

**ЭНДОКРИННЫЕ
МЕХАНИЗМЫ
РЕГУЛЯЦИИ
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
ОРГАНИЗМА
К МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ
РЕГУЛЯЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОРГАНИЗМА
К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

У

Тарту 1975

Редакционная коллегия: проф. А.Виру (председатель, отв.
ред.), доц. А.Вайксаар, доц. Ю.Кальюсто, преп. Н.Кутти.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИТАМИНОВ И АДАПТИВНЫХ ГОРМОНОВ
НА МЫШЕЧНУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКУЮ
СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ

В.Я. Русин

Кафедра физиологии /зав. С.С. Полтырев/ Ярославского
педагогического института

Анализ литературных и собственных данных показывает, что витамины В-12, В-1 и С являются фармакологическими адаптогенами, то есть способны повышать сопротивляемость организма к различным неблагоприятным воздействиям, в том числе и к утомлению при мышечной деятельности. К этой же группе могут быть отнесены некоторые адаптивные гормоны — АКТГ, кортизон, гидрокортизон, ДОКА. Однако, ряд серьезных причин /угнетение иммуногенеза, снижение сопротивляемости к инфекциям, возможность неблагоприятного влияния на общий баланс гормонов и функцию соответствующих желез при повторных введениях/ дает основания думать, что применение адаптивных гормонов в качестве адаптогенов может иметь лишь ограниченное значение.

На способность витамина В-12 повышать сопротивляемость организма к различным неблагоприятным воздействиям обратили внимание примерно тогда же, когда впервые заинтересовались политропными свойствами дибазола. К этому времени уже хорошо были известны антианемические свойства витамина и его влияние на метаболизм, процессы регенерации и роста, а также достижения в области лечения многих неврологических заболеваний /15,17,70/. К числу первых публикаций, в которых отмечалась способность витамина стимулировать защитные реакции организма, можно отнести работы М.А. Розина и Н.Н. Колосовой, отметивших, что цианкоболамин, как и дибазол, препятствует угнетению суммации импульсов при нанесении сильного болевого раздражения /21/.

В 1958 г. установили, что инъекции витамина В-12 уменьшают продолжительность наркоза, вызванного этиловым спиртом /наркотиком 1-го типа/ и удлиняют наркоз, вызванный тимолом /наркотиком 2-го типа/. В этом же году была обнаружена способность витамина В-12 увеличивать выживаемость

мость белых мышей при электротравме /21/ и предотвращать угнетающее действие аминазина на суммацию подпороговых импульсов, значительно уменьшая гипотермическое действие нейроплегика /25/. Витамин В-12 обладает свойствами стимулятора работоспособности человека и животных. Стимулом к изучению этой стороны фармакологических свойств витамина были исследования японцев, обнаруживших, что после тяжелой физической нагрузки у животных снижается содержание цианкоболамина в крови /130/. Это явление можно было предотвратить инъекцией витамина В-12. Введение этого витамина через рот увеличивало продолжительность плавания белых крыс с 50 до 70 мин., а после повторного плавания через 2,5 часа - с 37 до 63 мин. /118/. Увеличение продолжительности плавания до утомления у белых мышей после введения витамина В-12 в сочетании с фолиевой и оротовой кислотами наблюдали Ф.З. Меерсон и Л.С. Рованова /46/. Одна оротовая кислота тоже тормозила развитие утомления, но меньше, чем комбинация в целом.

По нашим данным витамин В-12 в дозе 20 мкг/кг увеличивает продолжительность плавания крыс с грузом на 148%, лишь немного уступая фенамину в оптимальной дозе - 0,6 мг/кг. Продолжительность работы передней большеберцовой мышцы у наркотизированных животных под влиянием той же дозы витамина возрастала всего на 38%. Большие дозы витамина оказались менее эффективными /55,56,58/. С аналогичным соотношением эффективности влияния на работоспособность целостного организма и изолированной группы мышц мы столкнулись при изучении адаптогенных свойств дибавола и фенамина. В связи с этим было высказано предположение, что чем большее участие принимает нервная система в опосредовании стимулирующего действия, тем значительнее снижение эффективности стимулятора после введения наркотика. Если же адаптоген, например дибавол, вводить длительно, "работоспособность" мышцы сохраняется на более высоком уровне. Это дает основания думать, что при длительном введении некоторые адаптогены увеличивают сопротивляемость к утомлению при мышечной нагрузке, не только стимулируя нервную систему, но и вовлекая другие приспособительные механизмы, в частности повышая резистентность мышечной ткани к неблагоприятным сдвигам во внешней и внутренней среде.

Влияние витамина В-12 на сопротивляемость к низкой

температуре было замечено Ershoff /97/. Он показал, что растущие белые крысы, находившиеся на искусственном рационе, лишенном витамина В-12, значительно хуже прибывали в весе при содержании на холоде в течение 12 недель; сниженная устойчивость к холоду сохранилась и у потомства подопытных животных. В помещении при 20° крысята выживали не более 96 часов, а половина из них всего 18 часов, в то время как из потомства контрольных животных никто не погиб в течение 3-х недель. З.Н. Джелиева /27/ полагает, что увеличение содержания витамина В-12 в рационе обезьян, привезенных из Африки в Сухумский заповедник, содействует более полной их акклиматизации. Длительный прием витамина по 120 мг ежедневно достоверно уменьшает степень падения температуры во рту у молодых мужчин, погружавшихся на 8 мин. в воду при 9,3° /128/.

При бензольной интоксикации содержание витамина В-12 в сыворотке крови резко снижается. Дополнительное введение его под кожу в течение 4,5 месяцев благоприятно сказывается на развитии интоксикации и балансе витамина у белых крыс /73/. Витамин В-12 предотвращает отравление четыреххлористым углеродом белых крыс, препятствует развитию дегенеративных изменений и истощению РНК в печени /106, 126/.

Профилактическое введение витамина В-12, одного или в комплексе с другими стимуляторами синтеза нуклеиновых кислот, увеличивало выживаемость белых мышей и улучшало течение у них лучевой болезни /11, 63/, повышало сопротивляемость к перегрузкам, возникающим при больших ускорениях /53/.

Особенно сближает витамин В-12 с одним из наиболее изученных адаптогенов — дибазолом влияние на сопротивляемость к инфекциям и на иммунобиологическую реактивность. В экспериментах на животных установлено, что витамин В-12, главным образом при многократных парентеральных инъекциях, увеличивает содержание естественных гемолизин и бактерицидность кожи и сыворотки /18/ и образование антител /70/. Введение витамина В-12 взрослым животным отражается на уровне пассивно полученных потомством антител и повышает устойчивость потомства к инфекциям, вызываемым некоторыми видами салмонелл, бруцелл и бациллами сибирской язвы /142/. Согласно нашим данным, энтеральное введение цианкоболамина

в дозе 40 мкг/кг кормящим белым крысам стимулирует рост крысят и повышает их сопротивляемость к различным неблагоприятным воздействиям /57/. Одновременно у потомства таких животных отмечены признаки повышения тканевой резистентности. О возможности усиления продукции нормальных и иммунных агглютининов у людей сообщают Л.Я. Эберт и О.В. Бухарин /75/. Витамин В-12, наряду с дибазолом, по мнению А. Билибина /13/, должен занять достойное место в системе лечебных мер, направленных на борьбу с инфекциями.

Сведений о благоприятном влиянии витамина В-12 на течение опухолевого процесса найти не удалось. Более того, ставится под сомнение целесообразность применения его в онкологической практике в качестве тонизирующего и антианемического средства в связи с его способностью усиливать клеточное деление /49/. Кроме того, экспериментами Н.Р. Мюллер /49/ показано, что витамин В-12 и его бензимидазольный компонент стимулируют возникновение и рост метастазов у животных с перевитой под кожу саркомой ССК и карциносаркомой Уокера 256. Высказывается предположение, что влияние витамина В-12 на метастазирование связано с его специфическими анаболизирующими свойствами.

Витамин В-12 является пока единственным витамином, спектр адаптогенной активности которого специально изучался. Этого нельзя сказать об остальных витаминах, хотя анализ литературных данных позволяет заметить определенные признаки влияния на неспецифическую сопротивляемость у аскорбиновой кислоты и витамина В-1.

Витамины, как и адаптивные гормоны, занимают особое положение среди других биологически активных адаптогенов, ибо они являются необходимыми составными частями организма и неизменными участниками и регуляторами нормального метаболизма. Изучение влияния витаминов и гормонов на неспецифическую сопротивляемость организма можно условно разделить на два аспекта: а/ при дефиците их в организме, вызванном увеличением потребности в них, недостаточным поступлением извне /витаминов/ или каким-либо заболеванием; б/ при профилактическом введении в качестве фармакологических агентов в условиях нормального содержания их в тканях и средах организма. Фармакологический аспект действия витаминов и гормонов на сопротивляемость организма представляет для нас больший интерес, так как он позволяет в более или менее

равных условиях сопоставить особенности влияния витаминов и гормонов на сопротивляемость с влиянием других лекарственных адаптогенов.

По своей способности быстро и весьма интенсивно стимулировать работоспособность целого организма или изолированных мышц витамин С и В-1, как и цианкоболамин, заметно отличаются от остальных витаминов /10,74,80,86,90,127/. Прием витамина В-1 дал хороший результат в опытах на велосипедистах, участвовавших в соревнованиях "Вокруг Франции" /102/. Эти наблюдения были повторены многократно и всегда с неизменным успехом. Внутримышечное введение витамина В-1 перед бегом на 360 м предотвращало резкое учащение пульса и содействовало более быстрому восстановлению его к исходной величине /Mijama, цит. по В.А. Белицеру/. Аналогичный эффект от витамина В-1 и аскорбиновой кислоты наблюдал Sha /137/ после утомительной езды на самокате. Очень убедительно подчеркивают особую роль витамина С в повышении работоспособности организма наблюдения Н.Н. Яковлева и О.П. Жаботинской /80/. Семидневный прием поливитаминов по их данным лишь в том случае улучшает спортивные результаты, уменьшая послерабочие сдвиги и ускоряя восстановление, если к ним добавляли аскорбиновую кислоту в дозе 250 и 500 мг на прием. Витамин С в больших /1000 мг 1-2 раза в день за 3 дня до исследования/ и малых /по 40 мг 2-3 раза/ дозах отодвигает момент наступления усталости у людей /91/. Даже однократный прием витамина С в дозах порядка 200-250 мг улучшает самочувствие и повышает эффективность тренировки у спортсменов /19/. Некоторые исследователи считают, что аскорбиновая кислота, судя по ряду вегетативных сдвигов, влияет на работоспособность человека подобно физической тренировке /105/. О повышении работоспособности и увеличении эффективности мышечной тренировки под влиянием витаминов С и В-1 в опытах на животных неоднократно сообщал Н.Н. Яковлев /76,77/.

Витамины С и В-1 увеличивают работоспособность изолированных мышц и нервно-мышечного препарата при экспозиции их непосредственно в слабых растворах этих витаминов /90,138/. Сходный эффект имеет место при добавлении витамина В-1 к перфузионной жидкости или введении его в спинномозговой канал /23,41,87/. Витамин С в дозе 20 мг/кг на 65% увеличивает время сокращения до утомления передней большеберцовой мышцы наркотизированных белых крыс. Любопытно, что продол-

жизнеспособность плавания при той же дозе возрастает только на 49% /55,56,58/. Особого внимания заслуживает тот факт, что аскорбиновая кислота и, особенно, тиамин усиливают стимулирующий эффект другого адаптогена - дибазола. Комбинация неэффективной дозы дибазола 1 мг/кг - с аскорбиновой кислотой в дозе 20 мг/кг дала прирост времени плавания на 98%, что на 25% больше, чем дает один дибазол в оптимальной дозе /10 мг/кг/.

Интенсивные физические нагрузки снижают содержание обоих витаминов в крови и тканях, что, по мнению многих авторов, как и дефицит этих витаминов в пище, ускоряет развитие утомления /19,30,112,116,130/. Усиленное расходование аскорбиновой кислоты и тиамина при тяжелой мышечной работе может спровоцировать развитие перетренированности и соответствующих гиповитаминозов /76,77/. Заместительная терапия или предварительное насыщение витаминами препятствует развитию перетренировки и содействует восстановлению работоспособности /77,116/. По мере роста тренированности нарастает и содержание в тканях, особенно в мышцах, аскорбиновой кислоты и тиамина /36,146/. Работа мышц "облегчает" поступление в нее тиамина и содействует превращению его в активные коферменты во время отдыха. С содержанием аскорбиновой кислоты в продуктах питания связывают сезонные сдвиги в мышечной силе - повышение в сентябре-октябре и снижение в январе-феврале /104/.

В первые часы после воздействия холода, как и после мышечной нагрузки, содержание витамина С в тканях снижается, но по мере приспособления к новым условиям существования снова возрастает, превышая исходный уровень /47,74,95/. У коренных жителей Заполярья содержание аскорбиновой кислоты в организме в 2 раза больше, чем у неаклиматизированного населения /6/. Общеизвестно, что витамин С повышает сопротивляемость организма к кратковременному охлаждению и способствует адаптации животных, синтезирующих и не синтезирующих аскорбиновую кислоту, к длительному действию низкой температуры /88,94,95,98,103/. Установлена прямая зависимость резистентности морских свинок и обезьян к холоду от величины принимаемой дозы витамина С /98,103/. Дефицит тиамина в рационе, еще не вызывая никаких признаков гиповитаминоза, снижает выживаемость белых крыс на холоде

и при голодании /129/. Защитное действие витаминов С и В-1 против холода послужило основанием для рекомендации повышенных норм приема их в условиях Крайнего Севера: на 30-50% больше, чем обычные нормы, утвержденные Министерством здравоохранения в 1960 г. /6,81/.

В прямой зависимости от содержания витамина С в организме находится напряженность специфического иммунитета по отношению к ряду инфекций /31/. Прием витамина С ежедневно по 250 мг в течение 10 недель снижал заболеваемость и облегчал течение простудных болезней в весенний период /93/. Ежедневные введения витаминов С и В-1 усиливали продукцию антител при иммунизации поливакциной НИИСИ /24/, иммунологическую реактивность и лейкоцитарную реакцию при заражении культурой брюшнотифозных или дизентерийных микробов /5/ и увеличивали фагоцитарную активность на 50-76% /22,47/.

При гиповитаминозах С и В-1 понижается устойчивость к бактериальным токсинам и некоторым химическим ядам /47/. Однократная инъекция аскорбиновой кислоты предотвращает гибель белых мышей и улучшает способность ЦНС к суммации подпороговых раздражений после отравления этиловым алкоголем /9/. Защитным действием против наркотиков "коркового" типа действия - уретана, хлоралгидрата - обладает и витамин В-1 /29/. Но оба витамина углубляют барбитуратовый наркоз у животных, а витамин В-1 к тому же увеличивает число смертельных исходов при этом /9,47/. Целесообразность назначения аскорбиновой кислоты при терапии многих отравлений не вызывает сомнений /2,72/.

Способность аскорбиновой кислоты повышать устойчивость к гипоксии рекомендуется учитывать при лечении легочных и других заболеваний, сопровождающихся кислородным голоданием, а также при подъемах на высоту /65,74/. Повышение устойчивости белых крыс к перегреванию под влиянием однократной инъекции аскорбиновой кислоты обнаружил Ф.Т. Агарков /3/. Повышение теплоустойчивости после введения витамина С было выражено даже лучше, чем после тепловой тренировки. Пероральное введение витамина В-1 в течение 15 дней по 2,5 мг/100 г в день препятствовало резкому повышению температуры тела после экспозиции в термостате при 52-55°/64/.

Витамин В-1 в комплексе с другими витаминами группы В, активируя дыхательные ферменты, повышает устойчивость

организма к перегрузкам при ускорении /50,68/. Под влиянием витаминов С и В-1 возрастает устойчивость белых мышей, крыс и морских свинок к травме, ожоговому и геморрагическому шоку /47,84/.

Действие витаминов продолжает сказываться, хотя и в ослабленном виде, на потомстве белых крыс, которым ежедневно вводили умеренные дозы основных витаминов /122/. Крысята потребляли больше корма, лучше усваивали продукты животного происхождения, быстрее росли.

Хорошо известно стимулирующее мышечную работоспособность действие витаминов Е, В-15 и некоторых других, но оснований отнести их к группе фармакологических адаптогенов с широким спектром действия пока недостаточно /16,34,60,79,95,127/.

Некоторые закономерности влияния витаминов на целостный животный организм и изолированные из него ткани распространяются и на растительный мир. Так, например, предпосевная обработка семян и последующая подкормка растений витаминами, особенно тиамин, усиливает рост и повышает урожайность ряда сельскохозяйственных культур /14/. Витамин С рассматривается как один из факторов защиты растительных клеток от холода. Известно, что содержание витамина С у флоры, произрастающей на севере Гренландии, выше, чем у тех же видов на юге острова /95/. То же самое можно сказать о более морозоустойчивых сортах и видах, акклиматизированных к условиям разреженной атмосферы /45/. Обнаружена положительная корреляция между содержанием аскорбиновой кислоты и радиорезистентностью: наиболее резистентные к проникающей радиации растения содержат больше витамина С /47/.

Среди обилия данных, подтверждающих адаптогенную активность витаминов С и В-1, буквально тонут отдельные сообщения об отсутствии эффекта при их применении. Но, вероятно, и витамины имеют свой спектр адаптогенного влияния, обусловленный специфическими особенностями механизма действия. В ряде случаев причины неаффективности витаминов, по-видимому, проще: неадекватность дозы или недостаточное время введения. Витамину В-1 свойственно, например, повышать работоспособность только после повторного приема его в течение нескольких дней /36,78/. В этом пришлось убедиться после ряда неудачных попыток повысить работоспособность или снять утомление однократными введениями витамина В-1 /112/.

В некоторых случаях отрицательный результат при витаминизации был обусловлен увлечением чрезмерно большими дозами /90,116,138/. Назначение больших доз базируется на прежних необоснованных представлениях об абсолютной безвредности водорастворимых витаминов, в то время как уже описаны случаи гипервитаминоза В-1, а большие дозы витамина С, как оказалось, могут вызвать бесплодие и гибель потомства /8,47/. Кроме того, злоупотребление большими дозами аскорбиновой кислоты и тиамина может нарушить баланс других витаминов /47/, а также может облегчить развитие впоследствии гиповитаминоза /78/. Известны случаи индивидуальной непереносимости аскорбиновой кислоты, когда, например, прием даже 100 мг в сутки вызывает головную боль и другие симптомы интоксикации. Кеуэ полагает, что молодым людям, расходующим в сутки в среднем 3700-4200 к.калорий, бесполезно добавлять в рацион больше 1,7 мг тиамина и 70 мг аскорбиновой кислоты /113/. С другой стороны, известно, что максимальная доза витамина В-1, которая может резорбироваться в кишечнике, достигает 20 мг /85/.

Не останавливаясь здесь подробно на механизме действия аскорбиновой кислоты и тиамина, отметим только, что имеется много данных, связывающих влияние этих витаминов на сопротивляемость организма с функцией гипофиз-адреналовой системы, в частности с освобождением и синтезом кортикостероидов или их химических предшественников /39,47,86,88,129,141/.

Строгая облигатность вовлечения гипофиз-адреналовой системы в реакции на действие неблагоприятных агентов, благодаря работам Селье и его последователей /92,131,132,135,136,110/, стала аксиомой. Гормонам коры надпочечников принадлежит, по мнению Селье, ведущая роль в развитии неспецифической сопротивляемости типичной для фазы тревоги ОАС. Со времени открытия и получения в чистом виде многих из кортикостероидов предпринимаются попытки применить их для повышения способности организма "адаптироваться" к острому или продолжительному действию стрессоров. С этой целью либо вводят гормоны извне, либо вводят АКГГ, активируют эндогенный кортикоидогенез. Участие всего этого комплекса гормонов в формировании повышенной неспецифической резистентности в фазу тревоги послужило основанием для того, чтобы назвать их "адаптивными" /62/.

Представляется излишним подтверждать литературными

ссылками общеизвестные факты о том, что функциональное истощение коры надпочечных желез, связанное с усиленным расходом кортикостероидов при действии сильных или продолжительных стрессоров, вызывает симптомокомплекс гормональной недостаточности и что заместительная терапия кортикостероидами или, в некоторых случаях, введение АКТГ устраняет признаки недостаточности и возвращает к исходному уровню сниженную сопротивляемость организма. Столь же эффективна заместительная гормонотерапия при естественной или искусственной /адреналэктомия, гипофизэктомия/ недостаточности соответствующих желез. Значительно сложнее решается вопрос о возможности и целесообразности использования адаптивных гормонов в качестве средств, профилактически повышающих неспецифическую сопротивляемость при нормальном состоянии функции гипофиз-адреналовой системы. Результаты ряда исследований говорят, что это возможно.

Первые опыты, продемонстрировавшие способность экстракта коры надпочечников повышать силу сокращения и работоспособность изолированной мышцы, органа и целостного организма были выполнены Oliver и Schäfer /123/, Indovina /107/, Ваена /83/. По данным Indovina, однократная инъекция экстракта, сделанная за 3 часа до опыта, увеличивала время до наступления утомления белых крыс в третбане примерно на 60%. Одновременно у подопытных крыс меньше возрастало содержание остаточного азота и меньше падало содержание глюкозы в мышцах. Ваена подтвердил эти данные и показал, что введение кортикальных гормонов /кортикалина/ в сочетании с аскорбиновой кислотой дает еще больший эффект. Максимальный эффект от введения гормонов развивался через 5-10 дней. Однократной инъекцией 1 куб.см. экстракта коры надпочечников Brack /89/ увеличил время работы до утомления мышц задней конечности кролика с 55 до 135 мин., а амплитуду сокращений с 11 до 19 мм. Комбинация экстракта с витамином С увеличивала продолжительность сокращений до 240 мин., а амплитуду до 38 мм. Добавление к перфузируемой через изолированное сердце белых крыс жидкости альдостерона и кортикостерона значительно увеличивало объем работы левого желудочка /139/. Гидрокортизон и кортизон увеличивали работоспособность белых крыс, тренированных в лазании по вертикальному канату; ДОКА оказался неэффективным /148/. Гидрокортизон в дозе 0,5 мг или дексаметазон в дозе 0,001 мгг увеличили продолжительность плавания белых крыс с 15 до

23 часов /7/. Защитное действие кортизона против утомления при физической нагрузке связывают с предотвращением падения сахара в крови /почти вдвое по сравнению с контролем/, гликогена в печени /в 7 раз меньше/ и мышцах /в 2,5 раза меньше/ /120/. В наших опытах на белых крысах гидрокортизон увеличивал время плавания до утомления на 47%, но кортизон оказался неаффективным /55,56,58/. Чрезвычайно важно то, что введение гидрокортизона утомленным мышечной деятельностью животным повышает их сопротивляемость холоду /20/.

АКТГ резко увеличивает "работоспособность" скелетных мышц интактных морских свинок, причем преобладание сохраняется и после рентгенооблучения /69/. Однократная инъекция АКТГ в дозе 1,5 ед./кг увеличивала продолжительность плавания белых крыс при температуре воды 24° на 48%, а при температуре 29° - на 55% /149/. С понижением температуры воды до 20° и ниже стимулирующая способность АКТГ исчезала. Основываясь на опытах с адреналэктомированными и гипофизэктомированными крысами, Ingle и соавторы /111/ высказали предположение, что АКТГ может влиять на работоспособность не только через посредство коры надпочечников, АКТГ в дозе 4 ед. более чем вдвое повышает продолжительность плавания белых крыс до утомления при 35° /54,56,58/ и, как гидрокортизон, будучи инъектированным утомленным в результате плавания мышам, повышает их сопротивляемость низкой температуре /20/.

Повторные введения кортина оказывали умеренное благоприятное влияние на некоторые послерабочие сдвиги у людей /121/. В частности, у подопытных субъектов укорачивалось время восстановления кровяного давления. Введение небольших количеств АКТГ снижало общее утомление после физической деятельности более, чем у половины испытуемых и приносило ощущение свежести примерно трети из них /147/. Следует учитывать, однако, что введение кортикостероидов на фоне повышенной эндогенной секреции их, например у спортсменов, может спровоцировать некробиотические изменения в миокарде /26,62/.

Эксперименты Sellers и соавторов /134/ показали, что лучшим средством увеличения выживаемости остриженных белых крыс при температуре помещения 1,5° является предварительная акклиматизация их к холоду в течение нескольких недель. Но заметного повышения устойчивости к холоду уда-

лось добиться и предварительными введениями в течение 7 дней гормонов или их комбинаций. Наилучшим защитным действием обладала комбинация кортизона и тироксина. Но и один кортизон, равно как и один АКТГ, увеличивали выживаемость до 2 суток, в то время как все контрольные животные погибали в течение 24 часов. Сходные результаты получены при 7-дневном введении АКТГ и преднизона /100/. Kirsteins /115/ нашел, что 3-дневное введение кортизона и АКТГ не увеличивало выживаемость здоровых белых крыс при температуре воздуха минус 9°. Более длительное введение кортизона в той же дозе уже повышало сопротивляемость и довольно существенно. В одной из серий в подопытной группе погибло 18 из 75 крыс. в то время как в контроле - 59 из 75

/P < 0,05/. В отличие от Sellers и других авторов, Kirsteins считает, что защитное действие кортизона против холода при длительном введении связано с ингибирующим влиянием кортикоида на функцию коры надпочечников. Прекрасный эффект от введения преднизона наблюдал Ghinozzi /101/. У кроликов, подвергнутых охлаждению при минус 20°, после введения преднизона температура тела упала на 0,3°, а содержание 17-кетостероидов в крови осталось почти без изменения. В контроле температура тела упала на 5,75°, а содержание 17-кетостероидов в крови снизилось наполовину. Patti /125/ считает, что причиной смерти при погружении животных или людей в воду является гораздо чаще, чем думают, не замерзание, а шок. Применение АКТГ и ДОКА давало возможность продлить пребывание собак и людей в холодной воде и даже вернуть к жизни собак, находившихся в агональном состоянии, в тех случаях, когда другие средства, в частности сердечные, не оказывали влияния. Еще раньше было установлено, что введение гормонов коры надпочечников улучшает состояние людей, позволяет им лучше переносить холодовые экспозиции и интоксикацию продуктами, образующимися при генерализованном охлаждении /114/.

Killian /114/, обнаруживший благоприятное действие кортикоидов на переносимость генерализованного охлаждения, показал также, что этот вид терапии с успехом может быть применен для повышения устойчивости людей к перегреванию. Кортизон в дозах порядка 10-20 мг/кг несколько удлинял продолжительность жизни белых крыс при перегревании /4/ и увеличивал предел термоустойчивости белых мышей /42/. АКТГ в до-

вах от 0,5 до 8 ед. был неаффективен. Для повышения способности адаптации рабочих к высокой температуре с помощью регуляции водно-солевого обмена рекомендуется назначение ДОКА /124/.

Сведения об успешном применении экстракта коры надпочечников для повышения устойчивости животных к кислородному голоданию содержатся в работе Douglan с соавторами /94/. Но сами авторы не выявили сколько-нибудь существенного влияния водного экстракта и чистого ДОКА на работоспособность белых крыс в условиях гипоксии. Три года спустя один из соавторов этой работы со своими сотрудниками /144/ доказал, что масляный экстракт, в отличие от водного, увеличивает выживаемость белых крыс при низком парциальном давлении кислорода. ДОКА и гидрокортизон заметного влияния не оказали. Это позволило авторам утверждать, что повышение устойчивости к дефициту кислорода не связано с балансом электролитов и увеличением содержания гликогена в печени и сахара в крови. По данным Arnould и соавторов /82/, однократная инъекция кортизона в дозе 2 мг/кг резко увеличивает время до появления гипоксического апноэ - с 3 мин. 36 сек. до 23 мин. 34 сек. У белых крыс, подвергнутых предварительной 4-дневной обработке кортизоном, повышение устойчивости к аноксии проявилось в удлинении времени до исчезновения электрической активности коры головного мозга /140/. Эти же авторы установили, что у крыс породы Агутис, у которых надпочечники более развиты по сравнению с крысами породы Вистар, сопротивляемость к аноксии соответствует сопротивляемости крыс породы Уистар после введения кортизона или АКТГ. АКТГ, вводимый в течение 10 дней в дозе 1,5-5 ед., увеличивает выживаемость белых крыс на "высоте" 10 600 м /119/ и способствовал более быстрой адаптации собак в условиях высокогорья /71/. Защитное действие АКТГ по отношению к гипоксии связывают с его свойством благоприятно влиять на углеводные резервы и содержание макроэргических соединений /1/.

Способность адаптивных гормонов повышать сопротивляемость к радиальному ускорению отмечают И.А. Сытинский с соавторами /68/, и И.И. Потоцкая /51/. Последняя нашла, что повторное введение кортизона, гидрокортизона и АКТГ снижает смертность белых крыс, перенесших в течение 2,5 мин. перегрузку в $3G$, и достоверно увеличивает скорость восста-

новления температуры тела. В наших опытах АКТГ и кортизон повышали устойчивость к перегрузкам примерно в 1,5 раза /53/.

Выше уже упоминалась работа Patti , предложившего использовать АКТГ для предупреждения смерти от холодового шока. Кроме этого, имеются сообщения об эффективности применения адаптивных гормонов для профилактики и лечения травматического и других видов шока. Об успехах в борьбе с травматическим шоком с помощью экстрактов коры надпочечников сообщали многие авторы /108,109/. Однако Ingle /108/ не смог увеличить выживаемость белых крыс, задние конечности которых перевязывались лигатурами, ни с помощью экстрактов коры, ни введениями ДОКА. Неаффективными оказались оба препарата при ожоговом шоке у белых крыс. Правда, ожог производился под наркозом, а экстракт коры и ДОКА вводились не профилактически, а вслед за ожогом. Впрочем, и дальнейшие опыты в других модификациях подтвердили неаффективность кортикоидов и АКТГ при ожоговой травме /84,133/. Только сочетание АКТГ с небольшим по площади ожогом содействовало повышению устойчивости животных к повторному более тяжелому ожогу /40/. Экстракт коры надпочечников, особенно свиных, значительно увеличивал выживаемость при пептонном шоке, хотя вводили экстракт не предварительно, а сразу после внутрибрюшинной инъекции 50% раствора пептона /109/. Профилактическое однократное, еще лучше повторное, введение АКТГ в дозах порядка 3-5 ед./кг повышало устойчивость белых крыс и собак к тяжелой травме мягких тканей бедра, легкого или плевры /35,37/. Кортикостероиды ослабляют воспалительные явления, общие и местные анафилактические реакции, но замедляют процессы репарации, ухудшают образование антител и фагоцитарную реакцию РЭС; именно поэтому одним из наиболее уязвимых мест кортикостероидотерапии является возможность активации хронических инфекционных заболеваний, генерализации их, появления интеркуррентных инфекций /12,28 и другие/.

Обнадеживающие результаты применения кортикостероидов и АКТГ для повышения сопротивляемости организма к токсинам микробного происхождения /69/ побудили испытать их действие при интоксикации различными химическими веществами. Оказалось, что предварительное введение АКТГ или кортикостероидов может повысить устойчивость организма к некоторым

наркотикам /44,117/, к гиталену /52/. При интоксикации цианидами, гистамином и некоторыми другими ядами применение гормонов положительного аффекта не дало /43,48/. Не обнаружено защитное действие АКТГ и кортизона у белых мышей по отношению к таким "корковым" наркотикам как диэтиловый эфир и хлоралгидрат /55/. По отношению к "стволовым" наркотикам – бензолу, гексеналу, барбитилу – адаптивные гормоны вели себя либо индифферентно, либо даже снижали сопротивляемость к ним.

Испытание глюкокортикоидов при лучевой болезни дало противоречивые результаты /литературу см. 59/. Применение в клинике малых доз АКТГ оказалось полезным для лечения осложнений радиотерапии. Несомненна большая эффективность профилактических введений этих препаратов по сравнению с терапевтическими.

Из приведенной здесь краткой сводки видно, что с помощью профилактических введений адаптивных гормонов можно повысить сопротивляемость организма к весьма большому спектру неблагоприятных факторов. Однако ряд серьезных причин /угнетение иммуногенеза, снижение сопротивляемости к инфекциям, возможность неблагоприятного влияния на общий баланс гормонов и функцию соответствующих желез при длительном введении /дает основания думать, что применение адаптивных гормонов в качестве адаптогенов может иметь лишь ограниченное значение.

Л и т е р а т у р а

1. Аббакумова О.Н. и соавторы, Тез. докл. 1X съезда Всесоюзного общества физиологов, 2,3, Наука, М.-Л., 1959.
2. Абрамова Ж.И., Клинская К.С., В кн.: Руководство по гигиене труда, 2, 175. Медгиз, М., 1963.
3. Агарков Ф.Т., Пат. физиол., 6,1,70, 1962.
4. Агарков Ф.Т. и соавторы, Пробл. эндокрин., 8,5,15,1962.
5. Адамов А.К., Вопр. питания, 18.5.35,1959.
6. Арнольди И.А., Акклиматизация человека на севере и юге, Медгиз, М., 1962.
7. Бажанов Б.Г., В кн.: Влияние на организм физических и химических факторов внешней среды, Кыргызстан, Фрунзе, 73,1967.
8. Бачинский П.П., Вопросы питания, 8,4,53,1959.
9. Беленький Е.Е. и соавторы, Труды Пермского медицинского ин-та, 31.191. Пермь, 1959.
10. Белицер В.А., Архив биол. наук, 64.3.6, 1941.
11. Бердышев Г.Д., Сборник научных работ молодых ученых,

12. Берзин Т., Биохимия гормонов, Мир, М., 1964.
13. Билибин А., Мед. газета, 9, 2380, 1965.
14. Блуаманас П.И., Тез. докл. 4-го Всесоюзного совещания по витаминам, 6, АН СССР, М., 1957.
15. Букин В.Н., В кн.: Витаминные ресурсы и их использование, 5, АН СССР, М., 1961.
16. Букин В.Н. /ред./, Витамин В-15, Наука, 1965.
17. Букин В.Н. и соавторы, В кн.: Витамин В-12 и его клиническое применение, 5, Медгиз, М., 1956.
18. Бухарин О.В., ЭМЭИ, 33, 3, 98, 1962.
19. Василягина А.П., В кн.: Научные основы физ. воспитания и спорта. 62. ФиС.М., 1958.
20. Виру А.А., Биол. науки, 6, 32, 1970.
21. Вишняков С.М., Тез. докл. конференции по проблеме приспособительных реакций, 24, Л., 1958.
22. Горбунова В.И., Труды Московского общества испытателей природы. Отделение биол., 65, 1, 143, 1960.
23. Громаковская М.М., Нейро-гуморальные механизмы регуляции мышечной деятельности. Наука. М., 1965.
24. Дааль-Берг И.И. и соавторы, Военно-медицинский журнал, 11, 41, 1959.
25. Дашням М., Фармакол. и токсикол., 21, 4, 46, 1958.
26. Дембо А.Г. и соавторы, В кн.: Физич. культура и здоровье. 73. М., 1963.
27. Джелиева З.Н., В кн.: Проблемы биохимии и адаптации, 65. М., 1965.
28. Егорова Л.И., Лечение глюкокортикоидами и АКТГ, Медицина, М., 1965.
29. Иванова З.Н., Чудакова Г.А., Фармакол. и токсикол., 13, 4, 15, 1950.
30. Карпухина Ю.Л., В кн.: Научные основы физ. воспитания и спорта, 68, ФиС, М., 1958.
31. Кирхенштейн А.М., Тез. докл. 4-го Всесоюзного совещания по витаминам, 86, МГУ. М., 1957.
32. Колесова Н.Н., Журнал им. С.С. Корсакова /Москва/, 58, 2, 206, 1958.
33. Котомин С.В., Труды Смоленского медицинского ин-та, 26, 442, 1968.
34. Краснова А.В., Вопр. питания, 27, 6, 7, 1968.
35. Кудрицкая Т.Е., Кудрин И.Д., Тез. докл. конференции по проблеме приспособительных реакций, 47, Л., 1958.
36. Кувнецова Л.Н. и соавторы, В кн.: Витамины, 174, АН УССР Киев, 1953.
37. Кулагин В.К., В кн.: Шок и кровопотеря, 144, Л., 1959.
38. Лаварев Н.В., В кн.: Руководство по фармакологии, 1,

10. Медгиз, Л., 1961.
39. Лейтес С.М., Труды ЦИУ, 73, 7, М., 1964.
40. Лемус В.Б., Тез. докл. конференции по проблеме приспособительных реакций, 52, Л., 1958.
41. Лехтман Я.Б., Физиол. ж. СССР, 42, 9, 779, 1956.
42. Линденбратен В.Д., Крылов С.Д., Пат. физиол., 8, 3, 76, 1964.
43. Лупандин А.В., Материалы 3-й конференции ЦНИЛ Томского медицинского ин-та, 113, Томск, 1966.
44. Маевский В.Э., Тез. докл. X съезда Всесоюзного общества физиологов, 2, 42, Наука, М.-Л., 1964.
45. Мацко С.Н., В кн.: Роль клеточных реакций в приспособлении многоклеточных организмов к температуре среды, 50, АН СССР, И.-Л., 1963.
46. Меерсон Ф.З., Розанова Л.С., Докл. АН СССР, 166, 2, 496, 1966.
47. Мережинский М.Ф., Механизм действия и биологическая роль витаминов, Госиздат БССР, Минск, 1959.
48. Мищенко Н.С., Врачебное дело, 8, 29, 1960.
49. Мюллер Н.Р., Влияние витамина В-12 и его бензимидазольного компонента на метастазирование некоторых перевиваемых опухолей, Автореф. канд. дисс., Л., 1966.
50. Попов Н.Д., Материалы конференции по проблеме адаптации, 35, Винница, 1962.
51. Потоцкая И.И., В кн.: Теплообразование в организме, 172, Киев, 1964.
52. Розин М.А., Тез. докл. Конференции по проблеме приспособительных механизмов, 78, Л., 1958.
53. Русин В.Я., Биол. науки, 4, 69, 1963.
54. Русин В.Я., В кн.: Элеутерококки и другие адаптогены из дальневосточных растений. 7., 27, АН СССР, Владивосток, 1966.
55. Русин В.Я., Трефилов Г.В., Матер. 3-й конференции ЦНИЛ Томского медицинского ин-та, 116, Томск, 1966.
56. Русин В.Я., В кн.: Стимуляторы центральной нервной системы, 2, Томск, 1968.
57. Русин В.Я., Биол. науки, 10, 33, 1970.
58. Русин В.Я., Трефилов Г.В., В кн.: Адаптация человека и животных в норме и патологии, 77, 9, Ярославль, 1971.
59. Саламон Л.С., Тиунов Л.А., В кн.: Руководство по фармакологии, 2, 170, Медгиз, Л., 1961.
60. Самоданова Г.И., Яковлев Н.Н., Материалы IX Всесоюзной конференции по физиологии, морфологии и биохимии мышечной деятельности, 3, 19, М., 1966.
61. Селье Г., Очерки об адаптационном синдроме, Медгиз, М., 1960.
62. Селье Г., Клин. мед. 39, 11, 38, 1961.
63. Серегин М.С., Эйдинов Я.Б., Материалы конференции по проблеме адаптации, 187, Винница, 1962.
64. Сиворонов В.А., Кривыцкая Г.Е., Труды Харьковского медицинского ин-та, 69, 273, Харьков, 1967.
65. Сиротинин Н.Н., В кн.: Гипоксия, 19, Киев, 1949.
66. Скуратова Н.А., Тез. докл. научного совещания, посвященного проблеме гипофиз-кора надпочечников, 51, Медгиз, М., 1956.
67. Смит Л., Витамин В-12, ИЛ, М., 1956.
68. Сытинский И.А. и соавторы, Материалы 4-й конференции по физиологии труда, 317, ЛГУ, Л., 1963.

69. Тонких А.В., Фадеева О.Н., Тез. докл. годичной научной сессии ин-та эндокринологии, 51, Медгиз, М., 1959.
70. Третьяк К.В., Материалы конференции по проблеме адаптации, 184, Винница, 1962.
71. Турусбеков, Б.Т. и соавторы, Тез. докл. X съезда Всесоюзного общества физиологов, 330, Наука, М.-Л., 1964.
72. Фридлянд И.Г., О так называемом неспецифическом действии промышленных ядов, Медгиз, М., 1957.
73. Чернега Г.В., Изв. труда, 12, 21, 1960.
74. Эголинский Я.А., Эголинский А.Я., Питание человека при длительных спортивных напряжениях, действии холода, недостатке кислорода и в космическом полете, Л., 1961.
75. Эберт Л.Я., Бухарин О.В., Материалы конференции по вопросам неспецифической профилактики инфекций, 142, Челябинск, 1961.
76. Яковлев Н.Н., Физиол. ж. СССР, 30, 3, 3916 1941.
77. Яковлев Н.Н., Труды Ленинградского НИИ физической культуры, 5, 129, Л., 1950.
78. Яковлев Н.Н., Тез. докл. 4-го Всесоюзного совещания по витаминам, 156, МГУ, М., 1957.
79. Яковлев Н.Н., В кн.: Фармакология двигательной деятельности, 27, М., 1969.
80. Яковлев Н.Н., Жаботинская О.П., Вопр. питания, 14, 3, 9, 1955.
81. Ярусова Н.С., Вопр. питания, 20, 3, 3, 1961.
82. Arnould P., a.others, Compt.rend.Soc.biol., 149, 557, 1955.
83. Baene V., Biochem. Ztschr., 274, 362, 1934.
84. Bergman H. a. others, Am.Heart, Journ., 29, 4, 1945.
85. Berndt H., Münch.med. Wochenschr., 107, 1884, 1965.
86. Beznák A., Sarcady L., Pflüger's Arch., 234, 157, 1934.
87. Billing, L., Pflüger's Arch., 235, 794, 1935.
88. Booker W., Fed. Proc., 19, Suppl. 5, 94, 1960.
89. Brack W., Zeitschr. Biologie, 97, 370, 1936.
90. Briem H., Pflüger's Arch 242, 450, 1939.
91. Chevat H. a.others, Bull. mens Soc.med., 52, 189, 1958.
92. Dalton A., Selye H., Folia Haematol., 62, 397, 1939.
93. Dietz N., Industr. Med. s.Surg., 26, 229, 1957.
94. Dorrance S. a. others., Endocrin., 31, 209, 1942.
95. Dugal L., Therien M., Canad., J.Res., 25, Sec.E.111, 1947.
96. Dugal L., Therien M., Endocrin., 44, 420, 1949.
97. Erschoff B., Proc.Soc.Exp.Biol.a. Med., 84, 615, 1953.
98. Fortier G., Dugal P., Rev.canad. de biol., 13, 61, 1954.
99. Frey I., Klin.Wschr., 27, 348, 1949.
100. Garrido C., Rev.Soc.argent. biol., 35, 96, 1959.
101. Ghinozzi G., Riv. med. aeronaut., 19, 476, 1950.
102. Gounells M., Bull.Med.Soc.Med. Hopi aux., 13-15, 255, 1940.
103. Grab W., Lang K., Physiol. Rev., 39, Suppl., 3, 600, 1959.
104. Hettinger T., Muller E., Int.Z. angew. Physiol., 16, 90, 1955.
105. Hoogerwert A., Hoiting J., Int.Z. angew. Physiol., 20, 164, 1963.
106. Hove E., Hardin J., Proc.Soc. Exp. Biol. a. Med., 77, 502, 1951.

107. Indovina R., Biochem. Ztschr., 267, 383, 1933.
108. Ingle D., Am. J. Physiol., 139, 460, 1943.
109. Ingle D., Am. J. Physiol., 142, 191, 1944.
110. Ingle D., Pediatrics, 17, 407, 1956.
111. Ingle D. a. others, Endocrin., 55, 24, 1953.
112. Johnson R. a. others, J. Nutrition, 24, 585, 1942.
113. Keys H., Henshel A., J. Nutrition, 23, 259, 1942.
114. Killian H., Physiol. Rev., 39, Suppl. 3, 1730, 1959.
115. Kirsteins A., Surgery, 40, 337, 1956.
116. Kniazuk M., Molitor H., J. Pharm. a. exp. Therap., 80, 362, 1944.
117. Komiya A., Shibata K., J. Pharm. a. exp. Therap., 117, 68, 1956.
118. Laborit H. a. others, Compt. rend. Soc. biol., 152, 486, 1958.
119. Magill A., Marbarger J., J. Aviat. med., 26, 308, 1955.
120. Matracia S., Campo G., Folia med., 39, 701, 1956.
121. Missiuro V. a. others, Am. J. Physiol., 121, 549, 1938.
122. Mitolo M., Marolla I., Minerva med., 54, 1417, 1963.
123. Oliver G., Schäfer E., J. Physiol., 18, 230, 1895.
124. Ono, РЖ. Биология 5, 12704, 1955.
125. Patti M., Ann. Med. navale e trop., 37, 1955.
126. Popper H. a. others, Proc. Soc. Biol. a. Med., 71, 688, 1949.
127. Prokop L., Sportärztl. Prax., 3-4, 100, 1960.
128. Ralli E. a. others, Metabolism, 5, 170, 1956.
129. Rasimamanga A. a. others, Compt. rend. Soc. biol., 156, 1254, 1962.
130. Sahashi Y. a. others, J. Biochem., 40, 245, 1953.
131. Sayers G., Physiol. Rev., 30, 241, 1950.
132. Sayers G., Sayers M., Recent Progr. Horm. Res., 2, 81, 1948.
133. Schöttler A.W., Endocrin., 57, 445, 1955.
134. Sellers E. a. others, Am. J. Physiol., 167, 644, 1951.
135. Selye H., Arch. int. Pharmacodyn. et Therap., 55, 432, 1936a.
136. Selye H., Endocrin., 21, 169, 1937b.
137. Sha, РЖ. Биология 7, 31944, 1959.
138. Sievers J., Pflüger's Arch., 242, 725, 1939.
139. Solomon N. a. others, Acta endocrin., Suppl., 51, 414, 1960.
140. Soulairac A. a. others, Rev. neurol., 109, 261, 1963.
141. Smith R., Hoijer D., Physiol. Rev., 42, 60, 1962.
142. Stresl J. a. others., Folia microbiol., 4, 298, 1959.
143. Therien M. a. others, Physiol. Rev., 39, Suppl. 3, 1547, 1959.
144. Thorn G. a. others, Endocrin., 36, 381, 1945.
145. Vincenzo P., Zooprofilassi, 9, 749, 1954.
146. Wachholder K., Uhlenbroock K., Pflüger's Arch., 236, 20, 1935.
147. Waccholder K., Int. angew. Physiol., 16, 361, 1957.
148. Winter Ch., Flataker L., Am. J. Physiol., 199, 863, 1960.
149. Yang T., Lissak K., Acta physiol. Acad. sci. hung., 16, 47, 1959.

эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. У, Тарту 1974.

О ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ
ОРГАНИЗМА К ВНЕШНИМ ВОЗМУЩЕНИЯМ ПОД ВЛИЯНИЕМ
АДАПТОГЕНОВ И ДОПИНГОВ

И.В. Дардымов

Лаборатория фармакологии и экспериментальной терапии /зав. И.И. Брехман/ Института биологически активных веществ ДВНЦ

АН СССР, Владивосток

Повышение общей неспецифической сопротивляемости организма под влиянием адаптогенов /на примере активации гексокиназы гликозидами женьшеня и элеутерококка/ объясняется увеличением энергетического обеспечения специфических защитных процессов за счет расширения "узких" звеньев в цепи анаболических ферментных реакций /повышение уровня физиологической адаптации/.

Допинги и адаптивные гормоны в конечном счете ускоряют мобилизацию собственных энергетических ресурсов организма в цепи катаболических реакций.

Гликозиды женьшеня и элеутерококка обладают широким спектром фармакологического действия /1,2/, в том числе они повышают мышечную работоспособность животных /3,4/. При этом "работа" на фоне гликозидов совершается при меньших затратах быстро мобилизуемых энергетических ресурсов /8/. Важно, что повышение устойчивости животных к мышечной деятельности под влиянием препаратов элеутерококка сопровождается уменьшением активности гипофиз-адреналовой системы /6,7/. Обращает на себя внимание и тот факт, что организм, тренированный к данному виду деятельности, приблизительно также реагирует на однократную нагрузку, как и нетренированный на фоне, например, препаратов элеутерококка. Тренированный спортсмен совершает работу с меньшими затратами энергии /12/ и при меньшей активности коры надпочечников, чем нетренированный /см., например, 5,15/. На сходство между действием некоторых фармакологических средств и мышечных упражнений на неспецифическую сопротивляемость организма обратил внимание Н.В. Лазарев /13/ и назвал средства, повышающие адаптационные возможности организма, адаптогенами.

Итак, энергетическое и пластическое обеспечение функций при нагрузках не превышающих пределы физиологической адаптации /11/ осуществляется за счет специфических анаболических реакций путем использования продуктов обмена, поступающих с пищей. При этом общая адаптационная реакция /ОАР/ не включается. В случаях нагрузок, превышающих уровень физиологической адаптации, развивается стресс-реакция, которая по существу сводится к мобилизации внутренних ресурсов для пластического и энергетического обеспечения повышенной функциональной активности организма /рис. 1/.

В цепи метаболизма глюкозы гексокиназная реакция является ключевым и самым "узким" звеном, лимитирующим скорость ее утилизации /14/. Показано, что при диабете и голоде в плазме образуется комплекс β -липопротеина с глюкокортикоидами, который обладает способностью ингибировать захват глюкозы тканями /17/ и ее фосфорилирование /10/. Ингибирующее действие β -липопротеина снимается инсулином. Мы предположили, что β -липопротеиновый ингибитор является важным фактором в регуляции энергетического обмена не только при недостатке инсулина, но и при избытке глюкокортикоидов, имеющем место при стрессе. Мы выделили из плазмы стрессированных крыс β -липопротеин, который ингибировал гексокиназную реакцию *in vitro* /9/. Внесение в инкубационную среду инсулина, гликозидов женьшеня или алеутерокка препятствовало подавлению гексокиназы стресс- β -липопротеином. Эти препараты препятствовали образованию ингибитора в крови крыс и при подкожном их введении /9/. Изучаемые гликозиды повышали активность мышечной гексокиназы крыс как при стрессе, вызванном иммобилизацией, так и в условиях различной продолжительности плавания животных.

Отсюда вытекает представление, что в механизме повышения устойчивости организма к разнообразным нагрузкам под влиянием адаптогенов важную роль играет энергетическое обеспечение специфических защитных реакций за счет расширения "узких" звеньев метаболизма и, в частности, гексокиназной реакции. Повышенный уровень энергетического обеспечения защиты делает излишним мобилизацию энергии за счет включения ОАР и стресс-реакция не развивается или протекает на пониженном уровне. Возникает ситуация, которая имеет место у тренированного спортсмена /рис. 1/. Пре-

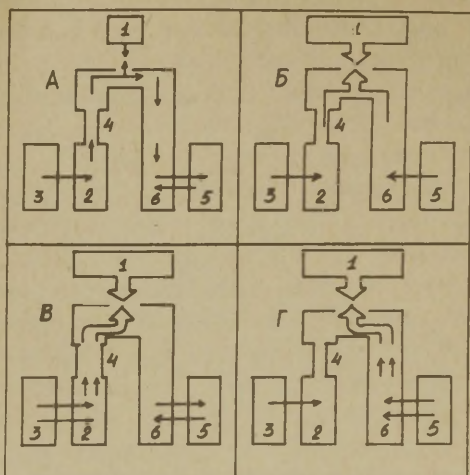


Рис. 1.

Схема энергетического обеспечения устойчивости организма к внешним возмущениям.

А—Покой. Внешнее возмущение (1) в пределах уровня физиологической адаптации. Обеспечение энергией специфической защиты происходит за счет сбалансированных анаболических реакций (2) без включения общего адаптационного синдрома (ОАС). Энергетические ресурсы поступают из желудочно-кишечного тракта (3). Мощность "узких" звеньев метаболизма (4) достаточна для поддержания устойчивого состояния. Избыток энергетических ресурсов откладывается в виде гликогена и липидов (5).

Б—Стресс. Внешнее возмущение (1) превышает уровень физиологической адаптации. Мощность "узких" звеньев ферментативных анаболических реакций (4) недостаточна для энергетического обеспечения борьбы со стрессором. Включается ОАС. Энергия поступает из внутренних ресурсов (5) по катаболическому пути (6) за счет гликогенолиза и глюконеогенеза.

В—Стресс на фоне тренированности или адаптогенов. Обеспечение специфических защитных реакций осуществляется за счет расширения "узких" мест метаболизма (4) без включения ОАС. (на этой же стороне метаболизма действуют, по-видимому, инсулин и другие анаболические гормоны).

Г—Стресс на фоне допингов (фенамин) или введения адаптивных гормонов. Энергетическое обеспечение защиты происходит за счет быстрой мобилизации внутренних ресурсов.

параты женьшеня и элеутерококка как-бы повышают уровень физиологической адаптации. С высказанным соображением согласуется и тот факт, что результативность спортсменов под влиянием адаптогенов повышается тем меньше, чем они более тренированы /2/.

На анаболической стороне метаболизма, по-видимому, действуют и другие средства, повышающие адаптивные возможности организма, например, промежуточные продукты обмена: фруктоводифосфат, АТФ; предшественники нуклеиновых кислот, белков и макроэргических фосфорных соединений; витамины, коферменты; анаболизаторы и т.д. Что касается стимуляторов типа амфетамина, пиррола и др. допингов, то они хотя и разными путями, но в конечном счете активируют, по преимуществу, мобилизацию внутренних ресурсов за счет стимуляции гликогенолиза и глюконеогенеза. Отсюда понятно почему адаптогены, в частности препараты женьшеня и элеутерококка, могут повышать неспецифическую сопротивляемость организма практически без снижения эффекта и без нежелательных последствий.

Применение же допингов вызывает кратковременный стимулирующий эффект и сопровождается длительным периодом угнетения функциональной активности организма. В.И. Соколов /16/, например, наглядно показал принципиальное различие в действии фенамина и экстракта женьшеня на координацию движений в условиях длительных наблюдений на людях.

Мы отнюдь не настаиваем на непогрешимости изложенных представлений. Тем не менее, обсуждение путей повышения устойчивости под влиянием различного рода стимулятора мышечной работоспособности на основе предложенной схемы может быть плодотворным. В частности, изложенные представления позволяют отличить адаптоген от допинга по трем признакам. Адаптоген, как и допинг, должен повышать мышечную работоспособность животных, но в отличие от него под влиянием адаптогена работа совершается при меньших затратах быстро мобилизуемых энергетических ресурсов и при меньшей активации гипофиз-адреналовой системы.

Л и т е р а т у р а

1. Брехман И.И., Женьшень.Л., 1957.
2. Брехман И.И., Элеутерококк. Л., 1968.
3. Брехман И.И., Дардымов И.В., Добряков Ю.И., Фармакол. и токсикол., 29, 167, 1966.
4. Брехман И.И., Дардымов И.В., Матер. III конф. ЦНИЛ Томского мед. инст., 3, 91, Томск, 1966.
5. Виру А.А., В сб.: Эндокрин. механизмы регуляции приспособл. организма к мышечной деятельности, 21, Тарту, 1969.
6. Дардымов И.В., Кириллов О.И., Юргенс И.Л., Матер. XXII научн. сессии Хабаровского мед. инст. Хабаровск, 216, 1965.
7. Дардымов И.В., Матер. III конф. ЦНИЛ. Томск, 108, 1966.
8. Дардымов И.В., В сб.: Синтез белка и резистентность клеток, 14, 76, Л., 1971.
9. Дардымов И.В., Хасина Э.И., Лекарств. средства Дальн. Вост. Владивосток, /в печати/.
10. Ильин В.С., Титова Г.В., Вопр. мед. химии, 2, 203, 1956.
11. Казначеев В.П., Субботин М.Я., Этюды к теории общей патологии. Новосибирск, 1971.
12. Коробков А.В., В сб.: Матер. сектора физиологии спорта за 1966 г. ЦНИИФК, 340, М., 1966.
13. Лазарев Н.В., В сб.: Матер. конф. по пробл. адаптации, тренировки и др. способам повышения устойчивости организма, Донецк, 68, 1960.
14. Нейфак С.А., Фомина М.П., Биохимия, 22, 476, 1957.
15. Русин В.Я. В сб.: Матер. VIII научн. конф. по вопр. морфологии, физиол. и биохим. мышечной деятельности, 217, М., 1964.
16. Соколов В.И., В сб.: Матер. к изуч. жень-женья и лимонника, I, 97, Владивосток, 1955.
17. Bornstein, I., J. biol. Chem. 205, 513, 1956.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. У. Тарту. 1974.

УЧАСТИЕ ГИПОФИЗАРНО-АДРЕНКОРТИКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В МЕХАНИЗМЕ СТАНОВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ

А.А.Виру

Кафедра физиологии спорта (зав. А.А.Виру) Тартуского государственного университета

В результате систематического выполнения физических упражнений с постепенно повышающейся нагрузкой в организме развиваются морфологические, функциональные и биоэнергетические изменения, которые делают организм более работоспособным и которые обеспечивают наилучшее приспособление организма к значительным физическим нагрузкам. Процесс развития этих изменений, т.е. процесс становления тренированности основывается на сложную совокупность различных механизмов, среди которых можно выделить как наиболее важные три механизма:

1) взаимоотношения между ассимиляторными и диссимиляторными процессами, ведущие к суперкомпенсации энергетических затрат через определенный отрезок времени после нагрузки и усиленному синтезу белка в работавших органах,

2) образование специфических условных рефлексов и их систем в виде динамических стереотипов,

3) развитие приспособительных возможностей организма по закономерностям, составляющим основу для общего адаптационного синдрома.

Уча ст и е г л ю к о к о р т и к о и д о в в
о б е с п е ч е н и и с у п е р к о м п е н с а ц и и
э н е р г и ч е с к и х з а т р а т

После окончания физических нагрузок нередко наступает новое усиление глюкостероидной активности надпочечников (3, 13, 34, 48, 51). Физиологическое значение этого неизвестно, но не исключено, что такое новое усиление глюкостероидной активности обусловлено необходимостью тонизировать процессы окислительного фосфорилирования, имеющие, по данным Н.Р.Чаговец /24, 25/, важное значение в обеспечении протекания восстановительных процессов и развития энергетической и пластической суперкомпенсации. Усиленная продукция глюкостероидов может иметь значение также в обеспечении восстановительных процессов достаточным фондом свободных аминокислот.

По теории суперкомпенсации тренировка является эффективной тогда, когда новая нагрузка совпадает с фазой суперком-

пенсации от предыдущей нагрузки /27/. Исходя из этого, было бы интересно знать, различается ли реакция коры надпочечников на нагрузку от того, выполняется ли она на фоне недоносо-становления, в фазе суперкомпенсации или после исчезновения фазы суперкомпенсации.

Группа французских ученых изучала экскрецию различных фракций кортикоидов во время и после периодов, насыщенных напряженной мышечной деятельностью/6 дневный поход, 15 км в день, или работа на велоэргометре по 6 часов в день с мощностью 600 кгм/мин. в течение 2 - 5 дней/. На фоне волнообразных изменений во время дней работы проявилась общая тенденция к понижению выделения 17-кетостероидов и 17-оксикортикоидов /32, 33/

A.M. Connel et al /36/ наблюдали также при ежедневной тренировке в течение 10 дней постепенное понижение количества 17-кетостероидов в суточной моче.

D. Alimpic et al /28/ не отметили у хорошо тренированных спортсменов, в том числе и у 14 - 15 летних юных спортсменов, закономерных изменений экскреции 17-оксикортикоидов и 17-кетостероидов в течение недельных микроциклов тренировки. Относительно маловыраженные сдвиги суточной экскреции 17-оксикортикоидов и 17-кетостероидов под влиянием тренировочных занятий наблюдали также D. Bobilewicz, G. Udwald / 30/.

Наоборот, весьма существенные сдвиги и интересные варианты динамики экскреции 17-оксикортикоидов в течение недельных микроциклов тренировки обнаружили М.М.Круглый и И.А. Архангельская /1, 10/ у 10-15 летних пловцов и гимнастов. Тренировка в плавании приводила к снижению экскреции 17-оксикортикоидов и отмечались случаи стабильно низких величин экскреции. Лишь у пловцов со стажем занятий 3-4 года и имеющих второй спортивный разряд, исходный фон экскреции до занятия нарастал к концу недели /5-6 день тренировки/, а снижение выделения гормонов в ответ на нагрузку не было резко выражено. У части исследуемых в последний день тренировочного цикла высокий фон экскреции не удерживался и происходило его снижение. У юных гимнастов в крови два дня отмечались повышение или уменьшение экскреции 17-оксикортикоидов. На 3-ий день, когда нагрузка была максимальной, снижался как исходный фон экскреции, так и выделение гормонов во время занятия. Последующие после дня отдыха тренировки вновь

приводили к увеличению экскреции. Весьма интересным было то, что непосредственно после соревнований первые дни тренировки сопровождались особо значительным уменьшением экскреции 17-оксикортикоидов.

В. Тошкова наблюдала у взрослых велосипедистов при повторении тренировочной нагрузки в виде езды на 90 км два дня подряд, на второй день менее значительное повышение экскреции 17-кетостероидов, чем в первый. То же самое наблюдалось и тогда, когда на второй день тренировочная дистанция была увеличена до 200 км.

Весьма основательно можно думать, что постепенное снижение экскреции 17-оксикортикоидов наблюдается тогда, когда новые нагрузки следуют друг за другом на фоне недовосстановления. Однако не ясно, означает ли уменьшение реакции коры надпочечников на нагрузку и смена пониженной экскреции с повышенной то, что новая нагрузка начиналась с фазы суперкомпенсации, или нет?

Роль андрогенов в обеспечении усиленного синтеза белка в мышцах и других органах

Усиление синтеза белков в периоде отдыха после физических нагрузок обеспечивается в первую очередь влиянием катаболических белков, накопленных в результате расщепления белка во время работы /15/. Согласно правилу В.А.Энгельгарта /38/, первичный процесс расщепления всегда вызывает или усиливает ресинтез. Однако наряду этого нельзя забывать большое значение андрогенов в стимуляции синтеза белков и через это и гипертрофии мышц /46, 29, 47/. На участие андрогенов в усилении анаболизма белков при мышечной деятельности указывают данные преобладающего увеличения экскреции 17-кетостероидов во время выполнения силовых упражнений /4/ и во время восстановительного периода /3, 4, 32, 33/. С другой стороны, значение андрогенов в стимуляции гипертрофии мышц подтверждается результатами введения в организм тестостерона или его производных.

Описано нарастание мышечной силы под влиянием введения тестостерона у больных, страдающих миотонической дистрофией /40, 42/, а также усиленное развитие силы у пожилых людей, систематически занимающихся силовыми упражнениями /43/. Введение метилтестостерона также вызывало у пожилых людей повышение силы /56/ и мышечной работоспособности у мужчин с

кальной системы во время выполнения их. По теории общего адаптационного синдрома это типичное явление, характеризующее достижение резистентности к длительно действующему стрессору.

Громадное количество экспериментальных данных, накопленное в собственных исследованиях или же обобщенное при анализе научной литературы, позволяло Н. Seyle (52, 55) установить, что, с одной стороны, исключение активности гипофизарно-адренокортикальной системы с помощью гипофизэктомии или адреналэктомии резко уменьшает способность адаптироваться к различным агентам. С другой стороны, если животное предварительно адаптировано к этим стимулам, то оно не теряет свой резистентности после адреналэктомии. Из этого было сделано заключение, что первоочередная потребность в кортикоидах существует при возникновении адаптации. Реакция гипофизарно-адренокортикальной системы, по-видимому, менее необходимая для поддержания уже достигнутой адаптации.

Аналогичные факты были получены в опытах, в которых роль стрессора выполняла физическая нагрузка. После адреналэктомии (52) и гипофизэктомии (53) повторение физических нагрузок вело вместо достижения резистентности к стрессору, к гипогликемии и гибели животных. Процесс приспособления к нагрузке был нарушен также при компенсаторной атрофии надпочечников, развивающейся в результате длительного введения ДОКА (54). У предварительно тренированных животных адреналэктомия обуславливала понижение работоспособности, но она осталась выше уровня нетренированных животных (18, 19, 20 37). Также при блокаде усиленной адренокортикальной активности введением кортикоидов работоспособность крыс понижалась, но у тренированных животных она осталась выше уровня нетренированных крыс (17, 18, 19). Таким образом, исключение гипофизарно-адренокортикального механизма не устраняло результат тренировки полностью.

Эти факты свидетельствуют, что как развитие любого приспособления, так и развитие тренированности требует в начальных этапах усиленной активности гипофизарно-адренокортикальной системы. Правда, даже после исключения ее могут появляться некоторые явления адаптации и изменения, свойственные тренированности. Так O. Heroix (41) отметил некоторое повышение резистентности адреналэктомизированных животных при повторном воздействии низкой температуры. P.D. Collnicu и

С. D. Ianuzzo (35) обнаружили также у гипофизэктомированных животных повышение активности сукцин-дегидразы в мышечной ткани в результате тренировки. В. Я. Русин (18, 19) указывает, что удаление надпочечников не препятствовало развитию повышенной сопротивляемости к утомлению и холоду, хотя достигнутый уровень остался более низким, чем в контроле. Однако, тем не менее, несомненным фактом является то, что достижение повышенной работоспособности и состояния тренированности как такого возможно только при адекватном обеспечении организма кортикоидами.

Адекватное обеспечение организма кортикоидами различное на разных уровнях адаптации. В. Я. Русин (18) объясняет это повышением резистентности на тканевом и клеточном уровнях, о чем свидетельствуют результаты его опытов (16, 18, 22). Он отметил прямую зависимость между повышенной сопротивляемостью целого организма и резистентностью тканей у тренированных животных, а также после длительного введения дибазола и адаптации к холоду. При этом важно подчеркнуть корреляцию между работоспособностью (времени плавания до утомления) и различными показателями резистентности тканей и клеток.

Очевидно, после того, когда приспособительный процесс на тканевом уровне достаточно развернут, больше не нужно участие адренокортикального механизма. Он освобождается для выработки резистентности к более значительным стрессорам, например, к более значительным тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Отсюда и вытекает различие между состоянием тренированности и стадией резистентности по Г. Селье. Мы привыкли рассматривать состояние тренированности как динамическое состояние, создающее основу для неуклонного развития спортивных достижений, тогда как стадия резистентности означает достижение определенного стойкого уровня в приспособляемости организма. Таким образом, при спортивной тренировке мы не можем примириться просто с достижением стадии резистентности в отношении определенной физической нагрузки. Эта стадия свидетельствует всего лишь о возможности повысить нагрузку. Если в течение длительного периода тренировочные нагрузки не обуславливают усиления функции коры надпочечников, то они являются недостаточными, чтобы обеспечить дальнейшее эффективное развитие приспособляемости организма к физическим нагрузкам.

Эта теоретическая проблема непосредственно связана неко-

торыми прикладными аспектами управления тренировочным процессом. Если в процессе тренировки происходит переход приспособления от одного уровня к другому, то целесообразно знать скорость этих переходов и соответственно к этому урегулировать рост тренировочных нагрузок. Прямых данных для ответа на этот вопрос нет. Однако, тем не менее имеются данные не в пользу непрерывного, а в пользу постепенного увеличения тренировочных нагрузок. Так анализ тренировки ведущих спортсменов свидетельствует, что вместо непрерывного увеличения тренировочных нагрузок они повышают их волнообразно(11). Результаты опытов В.А.Пыжовой(14) прямо свидетельствуют, что у белых крыс скачкообразное увеличение нагрузок является более эффективным, чем плавное.

Следует, однако учитывать, что всякое приспособление имеет свои границы. По Г.Селье, это выражается в переходе стадии резистентности в стадию истощения. На этом же основании Л. Прокоп (50) разделяет также развитие тренированности на три фазы: 1) фазу адаптации, 2) фазу наивысшей спортивной работоспособности, 3) фазу реадaptации. Под фазой реадaptации Л. Прокоп понимает утрату наилучшей работоспособности в связи с перевышением границы приспособляемости. Он считает, что наступление фазы реадaptации можно урегулировать путем заблаговременного изменения величины тренировочной нагрузки. Например, если при достижении фазы наивысшей спортивной работоспособности тренировочная нагрузка понижается, то границы приспособляемости организма не превышаются и кратковременная реадaptация сменяется новым повышением спортивной работоспособности при дальнейшем повышении тренировочной нагрузки.

Достижение резистентности в отношении одного стрессора сопровождается, как правило, изменением резистентности и к другим стрессорам по механизму перекрестной сенсibilизации или перекрестной резистентности (55) Н.В.Лазарев выявил аналогично перекрестной резистентности повышение устойчивости при действии ряда фармакологических веществ и обозначил это явление как состояние неспецифически повышенной сопротивляемости (СНПС).

Н.В.Зимкин с сотрудниками (5, 6, 7, 9, 23, 26) показал, что состояние неспецифически повышенной сопротивляемости характерный результат физической тренировки. Это нашло подтверждение в исследованиях В.Я.Русина (16-22). Подробный анализ изменений сопротивляемости организма с помощью раз-

личных фармакологических блокаторов позволяло ему заключить, что гипоталамо-адренокортикальная система является важным, но не единственным каналом, через который осуществляется нервная регуляция приспособительных механизмов организма и обеспечивается состояние неспецифически повышенной сопротивляемости организма.

Как выявляется из данных лаборатории Н.В. Зимкина /7/, при тренировке с форсированными нагрузками сопротивляемость организма стрессорам не повышается, а понижается. Кроме того, необходимо учитывать, что всякое другое воздействие на организм спортсмена, тренирующегося с предельно высокими нагрузками, может ускорить превышение границы приспособляемости. Весьма отчетливо это выявляется при тренировке в среднегорье. В этих условиях на организм спортсмена одновременно действуют тренировочные нагрузки и пониженное атмосферное давление. В результате этого физические нагрузки обуславливают более значительное усиление адренокортикальной активности, чем обыкновенно /12,59/. При умелом сочетании этих двух факторов можно добиться высокой приспособляемости организма, в противном же случае это вызовет истощение механизма общего неспецифического приспособления.

Во время Олимпийских игр в Мехико поразило большое количество случаев обморочного и коллаптоидного состояния у спортсменов после финиша. Наряду с другими возможными причинами их, придется учитывать чрезвычайно сильное одновременное воздействие нескольких стрессоров – самой физической нагрузки, кислородной недостаточности, высокого эмоционального напряжения и жаркого климата, что в совокупности превысило границу приспособляемости организма.

Аналогичная опасность может грозить при одновременном действии тренировки и жаркого климата, при сочетании тренировки с высокой производственной или учебной нагрузкой, при тренировке в период приспособления организма к изменениям ритмики день-ночь, и, особенно, если спортсмен тренируется, несмотря на наличие в организме воспалительных или других патогенных очагов.

То же самое, очевидно, придется учитывать и при работе в производственных условиях. По данным P. Rygaard /31/, экскреция кортикоидов понижается к концу рабочего дня у рабочих легкой промышленности в первую очередь тогда, когда производственный труд сопровождается многочасовым воздействием

вибрации и других неблагоприятных факторов.

В отношении прикладных аспектов методики тренировки важным является и то, что другие стрессоры могут и потенцировать тренирующий эффект физических нагрузок. В.Я.Русин /17,18,19/ наблюдал повышение длительности плавания у крыс в результате всего лишь адаптации к холоду. Потенцирующий эффект других стрессоров на повышение работоспособности можно иллюстрировать и результатами наших опытов. В результате 4-недельной экспериментальной тренировки у мышей наблюдался одинаковый прирост работоспособности (предельной длительности плавания) при применении предельных нагрузок в воде 32° и при применении умеренных нагрузок в воде 18°. В последнем случае, по-видимому, к влиянию умеренных нагрузок присоединялось воздействие холода и общим был одинаковый тренирующий эффект с предельными нагрузками в теплой воде. Если же предельные нагрузки выполнялись в холодной воде, то совместное воздействие двух стрессоров оказалось чрезмерно сильным и результатом была склонность к понижению работоспособности.

В практическом управлении тренировочным процессом мастерство тренера выражается в том, как он умеет учитывать все возможные стрессоры. использовать их в целях усиления воздействия тренировочных нагрузок и регулировать дозу физических упражнений в соответствии с воздействием других стрессоров.

Л и т е р а т у р а

1. Архангельская, И.А., XII Всесоюзная научная конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности, 181, Львов, 1972.
2. Базулько, А.С., Сборник по вопросам высшего спортивного мастерства, 126, 132, Л., 1972.
3. Виру, А.А., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 134, Тарту, 1969.
4. Виру, А.А., В кн.: Физиологическое обоснование тренировки, 85, М., 1969.
5. Зимкин, Н.В., Коробков, А.В., Теория и практ. ф. к. 23, 270, 349, 1960.
6. Зимкин, Н.В., Физиол. ж. СССР, 47, 741, 1961.
7. Зимкин, Н.В., В кн.: Проблемы психологии спорта, 2, 134, М., 1962.
8. Калам, В.Я., Маароос, Я.А., Виру, А.А., Унгер, Х.А., Уч. зап. Тартуского гос. унив. 267, 49, 1971.
9. Коробков, А.В., Шкурлода, В.А., Яковлев, Н.Н., Яковлева, Е.С., Физическая культура людей разного возраста, М., 1962.

10. Круглый, М. М., Архангельская, И. А., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 2. 145. Тарту, 1971.
11. Матвеев, Л. П., Проблема периодизации спортивной тренировки. М., 1964.
12. Мяткая, Т. Ф., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 3. III, Тарту, 1972.
13. Пийритс, И., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 122, Тарту, 1969.
14. Пыжова, В. А., В кн.: Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнения спортивных упражнений. 131. Л., 1972.
15. Рогозкин, В. А., Яковлев, Н. Н., Укр. биох. ж. 32, 899, 1960.
16. Русин, В. Я., Физиол. ж. СССР, 53, 431, 1967.
17. Русин, В. Я., Физиол. ж. СССР, 54, 545, 1968.
18. Русин, В. Я., Влияние мышечной тренировки, адаптации к холоду и введения дибазола на неспецифическую сопротивляемость организма. Автореф. докт. дисс. Л.
19. Русин, В. Я., Физиол. ж. СССР, 56, 775, 1970.
20. Русин, В. Я., Биол. науки. 14, 1, 44, 1971.
21. Русин, В. Я., Космич. биол. мед. 3, 16, 1971.
22. Тошкова, В., Вопросы физ. культ. 14, 2, 98, 1969.
23. Трифонов, Ю. Н., О влиянии мышечной тренировки различного характера на устойчивость организма к проникающим излучениям. Автореф. канд. дисс. Л., 1963.
24. Чаговец, Н. Р., XII Всесоюзная научная конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. 220, Львов, 1972.
25. Чаговец, Н. Р., Лешкевич, Л. Г., Максимова, Л. В., 2-ая Всесоюзная конф. по биохимии мышечной системы. 228, Л., 1972.
26. Эголинский, Я. А., Богорал, М. М., В кн.: Влияние физических упражнений и некоторых физических факторов на устойчивость организма, 65, Л., 1967.
27. Яковлев, Н. Н., Коробков, А. В., Инанис, С. В., Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. М., 1960.
28. Alimpc, D., Straßer, T., Djurovic, M., Sportarzt 18, 281, 1967.
29. Belgelböck, W., Brummund, W., Med. Welt 22, 1192, 1960.
30. Bobilewicz, D., Udwald, G., Wych. fiz. sport. 16, 1, 13, 1972.
31. Bugard, P., Arch. Mal. prof. 19, 21, 1958.
32. Bugard, P., Albeaux-Fernet, M., Romani, J. D., Soc. Med. milit. frand 52, 163, 1958.
33. Bugard, P., Plas, F., Chailley-Bert, P., Henry, M., Rev. Path. gen. 61, 159, 1961.
34. Carrez, G., Pin, G., Beriel, H., Med. educ. phys. sport. 34, 299, 1960.
35. Collnick, P. D., Ianuzzo, C. D., Amer. J. Physiol. 223, 278, 1972.
36. Connell, A. M., Cooper, J., Radfearn, J. W., Acta endocrin. 27, 179, 1958.
37. Desmarais, A., Dugal, L. P., Rev. Canad. biol. 7, 662, 1948.
38. Engelhardt, V. A., Biochem. Z. 251, 343, 1932.
39. Fowler, W. M., Gardner, G. W., Egstrom, G. H., J. appl. Physiol. 20, 1038, 1965.

40. Hantschmann, N., Matzelt, D., Mestens, H.G., Nowakowski, H.,
Dtsch. med. Wschr. 87, 2619, 2626, 1962.
41. Heroux, O., Amer. J. Physiol. 181, 75, 1955.
42. Hesser, F.A., Langworthy, O.R., Vest, S.A., Endocrinology
26, 241, 1940.
43. Hettinger, T., Int. Z. angew. Physiol. 18, 213, 1960.
44. Imhof, P., Schweiz. Z. Sportmed. 18, 79, 1970.
45. Johnson, L.C., O'Shea, J.P., Science. 164, 957, 1969.
46. Kochanian, C.D., Proc. Soc. exp. Biol. 32, 1064, 1935.
47. Krüskamper, H.L. Anabole Steroide Stuttgart, 1965.
48. Losada, A., Stevenson, C., Barzelatto, J. XIV Congress
International de Medicina del Deporte 93,
Santiago, 1962.
49. Pickering, R., Track technique 29, 925, 1967.
50. Prokop, L. Erfolg im Sport, Wien-München, Bd. 1, 1951.
51. Rivoire, M.R., Rivoire, J., Poujol, M.J., Presse med. 61,
1431, 1953.
52. Selye, H., Endocrinology 21, 169, 1937.
53. Selye, H., Foglia, V.G. Proc. Soc. exper. Biol. 39, 222, 1938.
54. Selye, H., Dosne, C., Endocrinology 30, 581, 1942.
55. Selye, H. The Physiology and Pathology of Exposure to
Stress. Montreal 1950.
56. Simonson, E., Kearns, W.M., Enzer, N., Endocrinology 28, 506,
1944.
57. Simonson, E., Kearns, W.M., Enzer, N., J. clin. Endocrin. 4, 528,
1944.
58. Steinbach, M., Sportarzt 13, 485, 1968.
59. Stojan, B., Tittel, K. Schweiz. Z. Sportmed. 14, 366, 1966.
60. Ward, P. Track technique 41, 1312, 1970.
61. Weiss, U., Müller, H., Schweiz. Z. Sportmed. 16, 79, 1968.

ПРОИЗВОЛЬНАЯ МЫШЕЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЖИВОТНЫХ
И ГИПОФИЗАРНО-НАДПОЧЕЧНИКОВАЯ СИСТЕМА

Н.К. Попова, Е.В. Науменко

Лаборатория популяционной фармакологии /зав.-Н.К. Попова/ и лаборатория центральной регуляции эндокринных функций /зав.-Е.В. Науменко/ Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Опыты с интенсивной, естественного характера саморегулируемой мышечной деятельностью и с экспериментально вызванной гипокинезией показали, что в тех случаях, когда исключены эмоционально-стрессорные воздействия, изменения двигательной активности не сопровождаются изменением адренокортикальной активности.

Со времен работ Селье /6/ проблема влияния мышечной активности на гипоталамическо-надпочечниковую систему не перестает привлекать внимание исследователей. Тем не менее, имеющиеся данные в литературе достаточно противоречивы /1-3, 8/. Проблема значительно усложняется, в первую очередь тем, что при изучении различных типов мышечной нагрузки и гипокинезий нередко невозможно отделить компонент эмоционального стресса. Более того, этот компонент иногда непроизвольно усиливают, пытаясь создать модель максимально повышенной мышечной активности - например, плаванием животных до изнеможения, или, наоборот, такой гипокинезии, которая по существу представляет собой иммобилизацию животного, т.е. одну из широко применяемых моделей психического стресса. Поэтому несомненные перспективы открывают модели мышечной активности, представляющие собой естественные, регулируемые самими животными формы интенсивной мышечной деятельности. Одной из таких моделей является игровое поведение молодых животных.

Эта чрезвычайно интересная форма естественной двигательной активности является одной из наиболее характерных для периода постнатального развития животных. Ранее рядом

исследователей /5,7/ было изучено влияние разнообразных факторов среды на протекание этого вида мышечной деятельности и сделано заключение, что с ней связано формирование мышечной системы. Протекает игровая деятельность в виде игры-борьбы, характеризующейся четко выраженной положительной эмоциональной окраской без всяких признаков озлобленности или агрессивного поведения и заканчивается обычно тем, что животные собираются вместе в углу клетки и засыпают. При этом очень существенно то, что мощность выполняемой работы регулируется самими животными. Особенно ярко выражена эта форма двигательной активности у золотистых комачков. Нами и была использована эта модель, разработанная А.Г. Понугаевой /5/, для определения состояния гипофизарно-надпочечниковой системы во время максимального развития игровой активности, определявшегося актографически. Эти данные сравнивали с исходным уровнем и с содержанием кортикостероидов после окончания игры /30-35 мин/, после ее начала и возникающего затем сна животных.

Было установлено, что интенсивная естественная мышечная деятельность, протекающая в форме игры-борьбы, не влияла существенно на уровень кортикостероидов в плазме крови /табл. 1/.

Таблица 1

Содержание кортикостероидов в плазме крови
25-40-дневных золотистых комачков во время игры-борьбы

Стадии игры	Число животных	Кортикостероиды в мкг% /Мг.г/	P
1	2	3	4
Исходное состояние	10	17,4 ± 1,8	
Интенсивная игра	8	18,9 ± 1,1	>0,05
Засыпание после игры	8	19,8 ± 2,3	>0,05

В то же время при резком двигательном и эмоциональном возбуждении со всеми признаками агрессии и страха, которое отмечается при ссаживании в группу предварительно изолированных взрослых животных, уровень кортикостероидов отчетливо повышается / $p < 0,001$ / /4/.

Очевидно, не двигательная активность, а эмоциональная окраска состояния является здесь причиной активации гипофизарно-надпочечниковой системы.

Отсутствие изменений в функциональном состоянии гипофизарно-надпочечниковой системы было показано и в опытах с экспериментально вызванной гипокинезией. Понижение двигательной активности вызывали длительной изоляцией животных. Белых крыс помещали в отдельные клетки размером 20х30х20 см, где они и содержались различное время. Клетки такого типа давали животным возможность свободно перемещаться. Этим достигалось то, что создавшиеся условия не являлись для животных стрессовыми /это было показано определением уровня кортикостероидов/, относительную умеренность ограничения подвижности компенсировали длительностью содержания крыс в этих условиях - до 200 дней.

Изоляция вела к понижению двигательной активности, тем более выраженному, чем длительное содержание в этих условиях животные. То, что двигательная активность прогрессирующе падала, было показано при тестировании этих крыс на поведение на открытой площадке /open field behaviour/. Было установлено, что через 29 недель изоляции в таких условиях двигательная активность была в 8 раз ниже исходного уровня. В то же время параллельное определение кортикостероидов в плазме периферической крови показало, что существенными изменениями в уровне кортикостероидов развивавшаяся гипокинезия не сопровождалась. Содержание кортикостероидов в крови было сходным у животных, изолированных в течение 4 недель и в течение 24-29 недель, хотя по уровню двигательной активности они резко различались /табл.2/.

Можно было предположить, что при неизменно низком базальном уровне кортикостероидов в крови изолированных животных гипокинезия влияет на реактивность гипофизарно-надпочечниковой системы, т.е. на ее способность реагировать на различного рода воздействия.

Однако изучение реакции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы на введение формалина и реакции непосредственно коры надпочечников на АКТГ показало, что функциональная активность как коры надпочечников, так и системы в целом, несмотря на развитие гипокинезии, остается высокой /табл. 3/.

Таблица 2.

Двигательная активность и содержание кортикостероидов в плазме крови крыс, содержащихся различные сроки в изоляции

Срок изоляции /в неделях/	Двигательная активность /число пересеченных квадратов/	Кортикостероиды в мкг% / $\bar{M} \pm m$ /
0	56,6 \pm 11,0	
4	50,0 \pm 9,0	6,6 \pm 1,1
6		8,0 \pm 3,1
8	51,0 \pm 5,7	
9	28,0 \pm 5,0 ^{x/}	
12	29,0 \pm 9,0	5,7 \pm 0,7
20	16,0 \pm 6,4 ^{x/}	
24	22,6 \pm 8,0 ^{x/}	6,1 \pm 1,5
29	7,1 \pm 1,0 ^{x/}	6,4 \pm 3,1

x/ $p < 0,05$ по сравнению с исходным.

Нужно отметить, что реакция на формалин и АКТГ у изолированных в течение 16-20 недель крыс с выраженной гипокинезией, не ниже, а выше, чем у крыс, содержащихся такие же сроки в группе по 10 особей /4/, хотя двигательная активность у последних достоверно не снижается.

Таблица 3.

Повышение кортикостероидов в крови через 1 час после введения формалина и АКТГ крысам, содержащимся в изоляции 16-20 недель

Вводимый препарат	Число животных	Кортикостерон в мкг% / $\bar{M} \pm m$ / Р	Повыш. в% от исходн.
Физиол. р-р	8	6,4 \pm 0,7	<0,001 705
Формалин, 3% р-р /0,2 мл/100 г/	8	51,6 \pm 1,7	
Физиол. р-р	11	7,1 \pm 2,2	<0,001 390
АКТГ /3 ед/100 г/	4	34,8 \pm 2,0	

Таким образом, как опыты с интенсивной, естественного характера саморегулируемой мышечной деятельностью, так и опыты с экспериментально вызванной гипокинезией приводят к однозначному заключению - в тех случаях, когда исключены эмоционально-стрессорные воздействия, само по себе значительное изменение уровня мышечной активности, не являющееся, однако, чрезмерным, не сопровождается изменением активности гипофизарно-надпочечниковой системы. Естественно, это не значит, что гипофизарно-надпочечниковая система не вовлекается ни при каких видах мышечной деятельности. Несомненное значение, как нам представляется, при этом имеет интенсивность мышечной нагрузки. Дополнительное усиление при чрезмерной мышечной работе, по-видимому, может являться уже стрессовым состоянием и, следовательно, сопровождаться изменением функциональной активности гипофизарно-надпочечниковой системы. Однако, можно полагать, что в тех случаях, когда величина напряжения при мышечной деятельности регулируется самими животными, а ситуация не включает элементы эмоционально-стрессорного характера, функциональная активность гипофизарно-надпочечниковой системы существенно не меняется.

Л и т е р а т у р а

1. Авдеев Г.Г., Г.В. Ефремова, Э.М. Казин, М.Г. Колпаков, А.Л. Маркель, М.П. Мошкин, В.Т. Твач, В кн.: Адаптация к мышечной деятельности и гипокинезия, 17, Новосибирск, 1970.
2. Виру А.А., В кн.: Физиология мышечной деятельности, труда и спорта, 295, Л., 1969.
3. Казарян В.А., В.Б. Пищик, Г.Д. Щитов, В кн.: Адаптация к мышечной деятельности и гипокинезия, 79, Новосибирск, 1970.
4. Науменко Е.В., Н.К. Попова, А.Г. Старыгин, Журнал общей биологии, 32, 6, 731, 1971.
5. Понугаева А.Г., В кн.: Сложные формы поведения, 77, М.-Л., 1965.
6. Селье Г., Очерки об адаптационном синдроме, М, 1960.
7. Слоним А.Д., Экологическая физиология животных, М, 1971.
8. Шорин Ю.П., Э.С. Ларина, Н.Н. Тимонина, Г.И. Шорина, Г.С. Якобсон, В кн.: Адаптация к мышечной деятельности и гипокинезия, 170, Новосибирск, 1970.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма
к мышечной деятельности. У. Тарту, 1974.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ В ДНЕВНОЕ
И НОЧНОЕ ВРЕМЯ У СПОРТСМЕНОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ
В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

Г.Л.Шрейберг, Ф.А.Иорданская, Т.А.Белова

Лаборатория проблем управления функциями организма человека
и животных им. Н.И.Грабенкова АН СССР /и.о.директора Г.Н.Кас-
иль/, сектор спортивной медицины /зав.С.П.Летунов/ Всесоюз-
ного научно-исследовательского института физической культуры

Приводятся данные по экскреции с мочой гидро-
кортизона, кортикостерона, их предшественников и
метаболитов в дневное и ночное время у спортсме-
нов при физических нагрузках в разных условиях
внешней среды /на уровне моря и в условиях ги-
поксии/ при одновременном изучении кардио-респираторных показателей. Установлено, что экскреция
глюкокортикоидов и их метаболитов у спортсменов
в дневное время в состоянии покоя ниже, чем у
контрольных испытуемых /не спортсменов/. Велозер-
гометрическая предельная нагрузка, проводимая в
утренние часы, вызывает увеличение экскреции кор-
тикостероидов, их предшественников и метаболитов
в дневное время в 2 раза. Аналогичная работа в
условиях кислородной недостаточности /при дыха-
нии смесью, обедненной кислородом до 15%, почти
не изменяет их экскреции в дневные часы суток, но
приводит к повышению уровня экскреции кортико-
стероидов в ночные часы. Тенденция к превышению
уровня ночной экскреции кортикостероидов над
дневной была обнаружена также у спортсменов в
день соревнований, что повидимому связано не
только с двигательной гипоксией, но и присоеди-
нением фактора эмоционального напряжения.

Большое значение гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой
системы в приспособительных реакциях организма при физичес-
ких нагрузках привлекает к этой системе особое внимание ис-
следователей при изучении различных видов спортивной дея-
тельности и экспериментальных нагрузок /5, 6, 7, 8, 9, 12, 23/.

Имеющиеся данные отражают многообразную адренокортикаль-
ную реакцию при мышечной работе разной интенсивности и про-
должительности, а также в различные сроки после ее прекра-
щения /7, 8, 12, 13, 16, 17, 21/. Накопленный опыт безусловно
способствует пониманию ряда физиологических эффектов и ис-

пользуется при разработке оптимальных режимов спортивной деятельности. Однако, при этом, мало учитываются особенности адаптационных реакций организма в зависимости от ритма функциональной активности надпочечников. Хорошо известно наличие суточного ритма физиологических процессов у человека, в том числе состояния и деятельности коры надпочечников. Подробно изучены нарушения при патологии, а также при отклонениях от обычного режима труда и отдыха и в условиях изменения поясного времени /1,2,4,11,20/. Вместе с тем в спортивной эндокринологии такие работы почти отсутствуют.

Проблеме гипоксии в спорте в последние годы посвящено большое количество исследований /14,15,18,19,22/. Выявлены некоторые особенности адаптации организма к работе в условиях сниженного атмосферного давления, влияния этого фактора на работоспособность, а также использования тренировок в условиях гипоксии для повышения функциональных возможностей организма человека. В то же время нет достаточно определенных данных о роли гормонального фактора в механизме адаптации к работе в таких условиях.

В связи с этим нами было предпринято изучение функции коры надпочечников с учетом суточной ритмики по 12-часовым периодам /дневной и ночной/. Исследования проводились как в состоянии покоя, так и при предельных нагрузках в разных условиях внешней среды; одновременно регистрировался ряд кардио-респираторных показателей.

М е т о д и к а

Исследования проведены на группе спортсменов - бегунов, в которую входило 6 мужчин в возрасте 21-25 лет. Спортсмены были подвергнуты многократным обследованиям в динамике в течение 2-х лет. Обследование включало регистрацию комплекса кардио-респираторных показателей /ритм сердца, насыщения крови кислородом, артериальное давление, минутный объем дыхания/ и оценку функциональной активности коры надпочечников в состоянии покоя /обычный день без тренировок и физического и эмоционального напряжения/ и в процессе экспериментальной и соревновательной нагрузок. Экспериментальную нагрузку производили в условиях дыхания атмосферным воздухом на уровне моря и в условиях кислородной недостаточности /при дыхании газовой смесью, обедненной кислородом до 15%. Нагрузка, производимая с 10 до 13 часов, представляла повторную четырехкратную работу спортсмена на велоэргометре мощностью

1000 кгм/мин, продолжительностью 3 мин. со скоростью 60 об/м с последующей работой до отказа при увеличении ее мощности до 1500 кгм/мин.

Функциональную активность коры надпочечников оценивали по содержанию кортикостероидов в порциях мочи, собранных с 8 до 20 и с 20 до 8 часов. Моча собиралась накануне и в сутки велоэргометрической нагрузки как в обычных условиях, так и в условиях гипоксии. У ряда спортсменов моча была собрана также в те сутки, когда они участвовали в соревнованиях. Контрольные исследования в дневное и ночное время проведены на 10 испытуемых не занимающихся спортом в состоянии покоя /отсутствие трудовой деятельности и нагрузок/.

У контрольных испытуемых и спортсменов в полусуточных порциях мочи определяли содержание гидрокортизона, кортизона, кортикостерона, их предшественников и метаболитов /всего 13 фракций/ методом тонкослойной хроматографии кортикостероидов /3/. Для оценки и анализа полученных данных определяемые гормоны, их предшественники и метаболиты объединены по группам: Σ_F - группа гидрокортизона, включающая гидрокортизон, кортизон и их метаболиты - тетрагидрокортизол, тетрагидрокортизон и аллотетрагидрокортизол; Σ_S - группа соединения S - предшественника гидрокортизона в биосинтезе, включающая 17-окси-II-дезоксикортикостерон /собственно соединение S / и тетрагидро-17-окси-II-дезоксикортикостерон /THS/; 17-окс - группа 17-оксикортикостероидов, представляющая собой сумму Σ_F и Σ_S ; 17-докс - группа 17-дезоксикортикостероидов, включающая кортикостерон, тетрагидрокортикостерон, II-дегидро- и II-дезоксикортикостерон. Учитывалась также сумма всех кортикостероидов / Σ /.

Результаты исследования

Полученные результаты исследования экскреции кортикостероидов с мочой у контрольных испытуемых и спортсменов в дневное и ночное время представлены в таблице I.

Сравнение данных о выделении кортикостероидов у спортсменов и в контрольной группе здоровых испытуемых в состоянии покоя показывает, что в среднем экскреция гидрокортизона, соединения S , их метаболитов, 17-дезоксикортикостероидов и суммы всех определяемых кортикостероидов у спортсменов в дневное и ночное время ниже, чем у контрольной группы. Снижение уровня выделения Σ_F в дневное время у спортсменов достигает 37% от контрольного уровня в соответствующий период суток. Различие статистически достоверно $p < 0,05$. В среднем по группе спортсменов экскреция кортикостероидов в дневное время выше, чем в ночное. Различия в дневном и ночном выделении кортикостероидов менее выражены, чем у контрольной группы, но статистически достоверны $p < 0,05$, как

Экскреция кортикостероидов (мг/12 час.) по периодам суток у контрольных испытуемых и спортсменов в состоянии покоя и при физических нагрузках

Таблица I

Группа:	часы	Обследо- вание	n	Σ_F	Σ_s	17-окс	17-докс	Σ
конт- роль	8-20	в покое	10	1,07 \pm 0,18	0,41 \pm 0,08	1,48 \pm 0,23	0,45 \pm 0,11	2,13 \pm 0,41
	20-8		10	0,54 \pm 0,08	0,24 \pm 0,04	0,77 \pm 0,11	0,34 \pm 0,06	1,23 \pm 0,19
Спорт- смены	8-20	в покое	18	0,67 \pm 0,05	0,28 \pm 0,03	0,96 \pm 0,07	0,32 \pm 0,04	1,28 \pm 0,09
	20-8		18	0,48 \pm 0,08	0,20 \pm 0,03	0,67 \pm 0,10	0,25 \pm 0,04	0,95 \pm 0,13
	8-20	при нагрузке	10	1,41 \pm 0,30	0,36 \pm 0,06	1,53 \pm 0,28	0,75 \pm 0,22	2,28 \pm 0,46
	20-8		10	0,77 \pm 0,20	0,39 \pm 0,09	1,08 \pm 0,25	0,40 \pm 0,07	1,48 \pm 0,31
	8-20	при на- грузке + гипоксия	7	0,64 \pm 0,10	0,21 \pm 0,05	0,85 \pm 0,14	0,28 \pm 0,11	1,13 \pm 0,18
	20-8		7	0,62 \pm 0,17	0,38 \pm 0,09	1,20 \pm 0,25	0,61 \pm 0,22	1,80 \pm 0,49
	8-20	соревно- вания	4	0,92 \pm 0,49	0,27 \pm 0,13	1,19 \pm 0,60	0,42 \pm 0,19	1,61 \pm 0,80
	20-8		4	0,99 \pm 0,37	0,34 \pm 0,07	1,32 \pm 0,43	0,51 \pm 0,19	1,84 \pm 0,42

по группе гидрокортизона, так и по сумме всех кортикостероидов. Интересно отметить, что у одного из спортсменов накануне соревнования уровень выделения кортикостероидов ночью был в 2 раза выше, чем днем.

Велоэргометрическая нагрузка в условиях дыхания атмосферным воздухом сопровождалась изменением деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной системы. Исходные показатели, а также зарегистрированные на 3-й минуте в каждый из 4-х периодов работы мощностью 1000 кгм/мин и в период увеличения работы до отказа представлены в таблице 2. Эта нагрузка вызвала увеличение экскреции кортикостероидов как в дневное, так и в ночное время /табл. I/. Особенно увеличилось выделение Σ , 17-докс /различия с соответствующими данными в состоянии покоя статистически достоверны/, а также Σ . Экскреция 17-дезоксикортикостероидов увеличилась в большей степени, чем 17-оксикортикостероидов. Из 10 исследований в сутки нагрузки в 6-ти были сохранены обычные суточные колебания экскреции кортикостероидов, в 2-х они были мало выражены и в 2-х выделение кортикостероидов в ночное время было выше, чем в дневное. В среднем у спортсменов дневная экскреция была выше как по группе гидрокортизона и 17-дезоксикортикостероидов, так и по сумме всех определяемых кортикостероидов /на 46,47 и 36% соответственно/.

Другие результаты получены в процессе велоэргометрической нагрузки, проводимой в условиях гипоксии. Насыщение крови кислородом существенно снизилось к концу опыта /до 50,4%. Учащение ритма сердца, увеличение систолического давления и минутного объема дыхания, отмечающееся в ходе выполнения повторных стандартных нагрузок, существенно превышало величины, соответствующие работе в атмосферных условиях, однако не достигало максимальных значений, показанных при работе до отказа в условиях дыхания атмосферным воздухом. При этом спортсмены при гипоксии выполняли меньшую работу, чем в условиях дыхания атмосферным воздухом /соответственно 14996 и 20125 кгм/, что свидетельствовало о снижении их работоспособности в условиях гипоксии. При выполнении работы сколько нибудь существенных изменений в экскреции кортикостероидов

в дневной период не наблюдалось. Вместе с тем при нагрузке в условиях гипоксии выраженное увеличение экскреции кортикостероидов наступало в ночное время / Σ_r на 70%, Σ_r на 90%, 17-докс - на 144%/. У всех спортсменов в условиях кислородной недостаточности поэтому нарушались нормальные суточные колебания в выделении кортикостероидов, причем в 5-ти случаях из 7-ми выделение кортикостероидов ночью значительно превышало их экскрецию днем.

При соревновательной нагрузке экскреция кортикостероидов увеличивалась как в дневные, так и в ночные часы. Однако более выраженная активация функции коры надпочечников наблюдалась ночью. В сутки соревнований, поэтому, не выявлялись суточные колебания экскреции кортикостероидов.

Обсуждение результатов

Изучение экскреции кортикостероидов в различные периоды суток у спортсменов в состоянии покоя позволяют выявить некоторые закономерности. Снижение уровня выделения кортикостероидов в состоянии покоя /при отсутствии физического и эмоционального напряжения, вне соревновательных, тренировочных или экспериментальных нагрузок/ свидетельствует о снижении функциональной активности коры надпочечников у спортсменов по сравнению с людьми, не занимающимися спортом. Это снижение выражено отчетливо в дневное время и касается больше всего основного глюкокортикоида - гидрокортизона; обращает на себя внимание также еще более резкое уменьшение выделения предшественника гидрокортизона в биосинтезе - соединения Δ^4 . В отношении базального уровня активности коры надпочечников у спортсменов мнения расходятся. Имеются сведения как об активации, так и торможении функции коры надпочечника. Можно полагать, что последнее является следствием спортивных тренировок, повышающих потенциальные возможности организма в частности за счет экономизации функции. У обследованных нами спортсменов в состоянии хорошей и вполне удовлетворительной тренированности наблюдалось снижение базального уровня экскреции кортикостероидов. В то же время у одного из спортсменов /Т./, обследованного повторно в состоянии растренированности, отмечался высокий, а не низкий

уровень экскреции кортикостероидов в покое. Эти данные подтверждают приведенную точку зрения. Уменьшение выделения кортикостероидов в дневное время несколько сглаживает суточные колебания активности коры надпочечников. Различия в дневной и ночном выделении гидрокортизона, его предшественников и метаболитов, а также суммы всех выделяемых кортикостероидов уже не носят такого выраженного характера, как в норме, хотя и сохраняется статистически достоверное превышение дневного уровня экскреции над ночным.

Физические нагрузки, проверенные по единой схеме в одни и те же часы, но в различных условиях насыщения кислородом вдыхаемого воздуха, вызвали характерные изменения как кардио-респираторных так и гормональных показателей. Работе спортсменов на велоэргометре как в обычных условиях, так и при дыхании газовой смесью, обедненной кислородом до 15%, сопутствовали значительные сдвиги в состоянии сердечно-сосудистой и дыхательной систем, свидетельствующие о большом физическом напряжении. Ритм сердца, артериальное давление, минутный объем дыхания достигли максимума в период работы до отказа в тех и других условиях, но их предельные величины, как и выполненная мощность работы в условиях гипоксии, сказались ниже, чем в обычных.

Физическая нагрузка, связанная с работой на велоэргометре до предела в условиях дыхания атмосферным воздухом, вызывает активацию функции коры надпочечников, особенно выраженную в дневное время. Увеличение экскреции гормонов свидетельствует как об усиленной секреторной деятельности коры надпочечников, так и интенсивности обменных процессов, следствием которых является образование тетрагидросоединений. В то же время в процессе работы в условиях гипоксии выраженных изменений в экскреции кортикостероидов за 12-ти часовой дневной период, включающий время выполнения нагрузки и значительный отрезок восстановительного периода, не выявляется. В последующий 12-ти часовой восстановительный период у всех спортсменов отмечается повышение уровня выделения кортикостероидов. Очевидно, что и при нагрузке в условиях гипоксии

и в дневное время имело место активация коры надпочечников. Однако, при гипоксии она была кратковременной и сменилась торможением функции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, выявляемым при этой нагрузке и в условиях дыхания атмосферным воздухом при длительных спортивных нагрузках, сопровождающихся развитием состояния резкого утомления /6,17/, у недостаточно физически окрепших молодых спортсменов, а также у лиц не занимающихся спортом /12,13/. Можно полагать, что в дальнейшем, в ночные часы выявилась активация функции этой системы, что и было нами обнаружено при изучении ночной экскреции кортикостероидов. Как видно из данных таблицы I активация функции коры надпочечников в этих случаях не достигала величин соответствующих нагрузке в условиях дыхания атмосферным воздухом, что коррелирует с данными об изменении функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем в этих условиях.

Возникающая у спортсменов при работе в условиях гипоксии активация функции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы в ночное время изменяет нормальную суточную ритмику, приводит к превышению ночной экскреции кортикостероидов над дневной. Аналогичные изменения имеют место у спортсменов в сутки соревновательной нагрузки. Учитывая, что у спортсменов-бегунов в условиях соревнования может развиваться двигательная гипоксия /10/, мы считаем возможным предположить, что изменения суточного ритма выделения кортикостероидов в этих случаях, как и при экспериментальных физических нагрузках в условиях гипоксии, могут быть обусловлены дефицитом кислорода /общим фактором в обоих случаях/, а также присоединением дополнительного фактора эмоционального напряжения.

Полученные результаты показывают, что при работе в условиях гипоталамической гипоксии удастся выявить более тонкие изменения функционального состояния организма спортсмена и его адаптационные возможности, проявлением чего является состояние гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Это может иметь большое значение в плане прогнозирования и отбора спортсменов.

В ы в о д ы

1. Экскреция с мочой кортикостероидов, гидрокортизона, кортикостерона, их предшественников и метаболитов у спортсменов – бегунов в дневное время в состоянии покоя ниже, чем у здоровых испытуемых не занимающихся спортом /в среднем на 37%/. Суточный ритм деятельности коры надпочечников сохранен.

2. Велоэргометрическая предельная нагрузка, проводимая в утренние часы в условиях дыхания атмосферным воздухом вызывает увеличение экскреции гидрокортизона, его предшественников и метаболитов, а также 17-дезоксикортикостероидов в дневное время в 2 раза; несколько менее выражено ночное увеличение экскреции кортикостероидов.

3. Велоэргометрическая предельная нагрузка проводимая в те же часы, но в условиях кислородной недостаточности /гипоксическая гипоксия/ не приводит к выявляемому повышению уровня экскреции кортикостероидов в дневное время. Уровень функциональной активности коры надпочечников в этих условиях ниже, чем в атмосферных; вместе с тем имеет место резкая активация функции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы в ночные часы, в связи с чем выявляется инверсия суточной ритмики функции коры надпочечников.

4. В процессе повторной работы в условиях гипоксической гипоксии при выраженном снижении уровня насыщения артериальной крови кислородом, выявляется более резкое учащение ритма сердца, повышение систолического давления и минутного объема дыхания, чем при такой же работе в атмосферных условиях. Однако, при работе до отказа эти параметры не достигают максимальных величин, определяемых при дыхании атмосферным воздухом; работоспособность спортсменов снижается.

5. При соревновательной нагрузке экскреции кортикостероидов увеличиваются как в дневные так и в ночные часы. Суточные колебания их экскреции не выявлялись.

Л и т е р а т у р а

1. Агаджанян Н.А. Воен.мед.ж., I, 29, 1967.
2. Алекперов М.А. Актуальные проблемы физиологии, биохимии и патологии эндокринной системы. 35, М., 1972.

- 3.Белова Т.А.,Шрейберг Г.Л.,Эпштейн М.М.Лабор.дело,7,426, 1968.
- 4.Билиялов М.Ш.,Шрейберг Г.Л. Базальные ганглии и поведение. Симпозиум.12, Изд.АН СССР. Л.,1972.
- 5.Виру А.А.Уч.зап.Тартуского гос.унив.205,137,1968.
- 6.Виру А.А.Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности.1,21,Тарту,1969.
- 7.Виру А.А. Там же. 1, 134, Тарту, 1969.
- 8.Виру А.А. В кн.: Адаптация организма человека и животных к экспериментальным природным факторам среды. 41, Новосибирск, 1970.
- 9.Виру А.А. Уч.зап.Тартуского гос.унив.311, 59, 1973.
- 10.Гандельсман А.Б. Материалы IX Всес.конф.по физиологии, морфологии,биохимии и биомеханике мышечной деятельности. 4, 23, М., 1966.
- 11.Геллер Л.И.,Козлова З.П. Лаб.дело, 32, 6, 377, 1969.
- 12.Глезер Е.Г. Влияние физической нагрузки на активность симпатно-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем у юных спортсменов разного биологического возраста. Автореф.дисс. М., 1973.
- 13.Глезер Е.Г.,Шрейберг Г.Л. Уч.зап.Тартуского гос.унив. 311, 97, 1973.
- 14.Граевская Н.Д. Международная конф.соц.стран по проблеме спортивной тренировки. 31, М., 1967.
- 15.Джуганян Р.А. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 1, 229, Тарту, 1969.
- 16.Имелик О.И. IX Всес.конф.по физиол.,морфол.,биохимии и биомех. мышечной деятельности. 1, 13, М., 1966.
- 17.Кырге П.К.,Виру А.А. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 1, 150, Тарту, 1969.
- 18.Летунов С.П.,Иорданская Ф.А.,Немирович-Данченко О.Р.,Шошвили А.П.,Меринова А.Б. Теория и практ.ф.к., 28, 4, 20, 1965.
- 19.Матов В.В.,Сурайкина И.Д. IX Всес.конф.по физиол.,морфол.,биохим. и биомех.мышечной деятельности.4,55,М.,1966.
- 20.Пашкаускене Д.В.,Мурза В.А.,Гринске Э.И.Актуальные проблемы физиологии,биохимии и патологии эндокринной системы. 128,М.,Медицина, 1972.
- 21.Синаюк Ю.Г. IX Всес.конф.по физиол.,морфол.,биохим.и биомех. мышечной деятельности. 3, 35, М., 1966.
- 22.Фарфель В.С. Всес.научн.конф.по вопросам акклиматизации и тренировки спортсменов в условиях среднегорья.147, М., 1967.
- 23.Эрез В.П. Пробл.эндокринологии.9, 3, 68, 1963.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления
организма к мышечной деятельности, У. Тарту 1974

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В МИКРОСТРУКТУРЕ НАДПОЧЕЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
СОБАКИ ПРИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Л.А.Битицкая

Кафедра анатомии/зав.Л.П.Карпова/Волгоградского института физическо-
й культуры, кафедра гистологии и эмбриологии/зав.С.Г.
Кулькин/Волгоградского медицинского института.

В работе исследованы надпочечники собак, тренировавшихся интервальным и непрерывным методами.

Структуры изменения, наблюдающиеся в надпочечниках обеих групп экспериментальных животных, более выражены у собак, тренировавшихся интервальным методом.

Многочисленными работами/2,3,5,7/убедительно доказана роль надпочечных желез в адаптации организма к физическим нагрузкам. Однако, структурные изменения, происходящие в этих железах и их интрамуральном кровеносном русле под влиянием физических нагрузок, изучены ещё недостаточно/1,4,6/. Цель данной работы – изучить состояние надпочечных желез собак, прошедших двигательную тренировку интервальным и непрерывным методами.

М е т о д и к а

Работа проведена на беспородных собаках – самцах 6-ти месячного возраста, получавших кинематическую нагрузку на электротретбане интервальным и непрерывным методами. Животные тренировались ежедневно в течение одного часа на протяжении двух месяцев: I группа – интервальным методом, заключающимся в чередовании периода максимальной нагрузки/бег в течение 1,5 мин. со скоростью 15 км./час/ с периодом активного отдыха/бег трусцой в течение 1 мин. со скоростью 5 км/час; II группа – животные бегали при непрерывном методе в течение 1 часа/со скоростью 10 км./час/.

По истечении срока эксперимента животные умерщвлялись эфиром, органы фиксировались в растворе Карнуа и 12% нейтральном формалине. Парафиновые срезы окрашивались гематоксилином-эозином и микрофуксином по ван Гизону.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Изучение препаратов надпочечников показало, что при интервальном методе тренировки клубочковый слой железы увеличен, сама зона выглядит отеочной, наблюдается пикноз ядер, количество соединительной ткани в сравнении с контролем возрастает. Характерно, что масса этой ткани увеличивается в пучковой зоне и области внутренней капсулы. Цитоплазма в пучковой зоне вакуолизована, сами пенистые клетки полиморфны, количество их нарастает. Ядра отдельных из них пикнотичны, в других случаях содержат умеренное количество хроматина и располагаются в "пустых" клетках. Ядра эндотелия резко расширенных и многочисленных капилляров этой зоны набухли и пикнотичны. В сетчатой зоне отмечается появление клеток с мелковакуолизированной цитоплазмой, капилляр-

ная сеть этого слоя резко расширена.

У животных, тренировавшихся непрерывным методом, клубочковая зона характеризуется повышенной оксифилией, усиленным разрастанием соединительной ткани, обособляющей участки этой зоны. Ядра секреторных клеток равномерно заполнены хроматином, имеют четко контурированную кариолему. Во всех участках капиллярной сети ядра эндотелия характеризуются пикнозом, некоторым набуханием. В пучковой зоне наблюдается увеличение диаметра капилляров, однако этот процесс является не тотальным, а очаговым. В сетчатой зоне отмечается та же картина, что и при интервальном методе тренировки.

В мозговом веществе происходит резкая перестройка сосудистого русла, как при интервальном, так и при непрерывном методах тренировки. Однако при интервальном методе изменения более выражены. Здесь наблюдается чрезмерное растяжение синусоидов, сливающихся в отдельных случаях в сплошную массу.

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод, что наблюдающиеся во всех зонах железы изменения капиллярного русла указывают на перестройку гемодинамики и наиболее выражены у животных, тренировавшихся интервальным методом.

Л и т е р а т у р а

1. Бажанов Б.Г., Труды Киргизского научного общества анатомов гистологов, эмбриологов, 1965, 2.
2. Виру А.А., Функциональная активность коры надпочечников при физических нагрузках. Автореф. дисс. Тарту, 1970.
3. Похоленчук Ю.Т., Функциональное состояние коры надпочечников в процессе мышечной деятельности в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде. Автореф. дисс., Тарту, 1971.
4. Рябов К.П., Структура и функция ведущих систем организма при мышечной нагрузке /в эксперименте/. Изд. "Беларусь", Минск, 1972.
5. Синаюк Ю.Г., Изменение функционального состояния надпочечника при мышечной деятельности. Автореф. дисс., Киев, 1966.
6. Цуканова К.З., В кн. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 144, Тарту, 1969.
7. Эрез В.П., Пробл. эндокрин., 9, 3, 1963.

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЭНДОКРИННОГО СИНДРОМА,
ВЫЗВАННОГО МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Н.Н. Баранов

Кафедра физвоспитания и врачебного контроля
/зав. Н.Н. Баранов/ Владивостокского медицин-
ского института

Систематически повторяющие физические
нагрузки /бег на третбане до утомления/ в
течение 9 недель обуславливали увеличение
веса надпочечников и уменьшение веса вобной
железы и семенных пузырьков.

В 1936 году Н. Selye /2/ в опытах на животных устано-
вил, что при действии самых разнообразных раздражителей в
организме возникает ряд определенных неспецифических изме-
нений. которые он назвал "общим адаптационным синдромом"

В последующем клинические наблюдения и эксперименты
на животных и людях позволили усмотреть непосредственную
связь между функцией гормональной системы, в частности функ-
цией надпочечников, и способностью организма к мышечной
деятельности.

Изучить функциональную активность надпочечников и из-
менение других эндокринных органов при хронической мышеч-
ной работе и явилось целью работы.

М е т о д и к а и с с л е д о в а н и я

Опыты ставились на крысах-самцах линии Вистар. Живот-
ных делили на несколько групп. Животные группы "опыт" под-
вергались воздействию бега через день на третбане до утом-
ления в течение 9 недель. Крысы забивались сразу же после
бега. Следующая группа животных "контроль" также трениро-
валась на третбане, но забивалась на другой день после по-
следней тренировки. Животные группы "норма" никакому воз-
действию не подвергались, но содержались в таких же усло-
виях, как и крысы, находящиеся в опыте и контроле.

Непосредственно, вслед за декапитацией, через брюшной
разрез извлекали надпочечники, зобную железу, селезенку,
яички и семенные пузырьки.

О функции надпочечников судили по изменению веса над-
почечников, концентрации холестерина и аскорбиновой кисло-
ты в них. Холестерин определяли по методу К.Я. Леутского
и Е.И. Любович /1/, а аскорбиновую кислоту титриметричес-
ким методом при помощи красителя Тильманса, в вытяжках из
надпочечников, помещая их в 10% раствор 3-й хлоруксусной
кислоты.

Таблица I

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕСА НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ
МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ

Условия опытов		Вес органов в мг на 100 г веса крысы				
		надпочеч- ник/левый/	зобная железа	селезенка	семенные пузырьки	яички /левый/
Норма	M ±m	6,73 0,3	108,0 4,47	396,1 38,3	577,5 45,9	620,2 42,2
Контроль	M ±m t P	8,21 0,34 3,75 <0,001	54,4 2,9 9,66 <0,001	390,7 35,28 0,1 >0,9	296,3 25,4 5,85 <0,001	549,72 25,51 1,43 >0,2
Опыт	M ±m t P	7,9 0,27 3,9 <0,001	61,6 4,05 7,44 <0,001	302,2 26,0 2,251 <0,05	378,9 31,1 4,94 <0,001	561,2 17,9 1,29 >0,3



Рис. 1.

Концентрация аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках крыс при мышечной деятельности.

Результаты исследования

Наблюдение за животными на протяжении всех опытов показало, что многократное воздействие бега вызывало у крыс падение веса. Однако животные выглядели вполне здоровыми, охотно поедали пищу, имели нормальный волосяной покров, позволяли брать себя в руки, не проявляли при этом агрессивности. При вскрытии отмечалось, что в опытной и контрольной группах животных жировой ткани значительно меньше, чем в норме.

Вес надпочечника, в расчете на 100 грамм веса животного, у опытной и контрольной группы превышает аналогичные показатели у нормальной группы /табл. 1/.

Вес некоторых эндокринных органов у опытной группы уступает нормальным.

Концентрация холестерина в надпочечниках достоверно понижается у опытной группы животных по отношению к контрольной и особенно нормальной /рис. 1/.

Содержание аскорбиновой кислоты в надпочечных железах крыс после физической нагрузки значительно снижается. Так у опытной понижение уровня аскорбиновой кислоты выявлено по отношению к контрольной и нормальной группе животных.

Анализируя полученные данные можно заключить, что хроническая двигательная нагрузка вызывает у подопытных животных стимуляцию надпочечников, что выражается увеличением веса надпочечников и снижением холестерина и аскорбиновой кислоты в них. Длительная двигательная нагрузка животных бегом до утомления, оказывает "стрессирующее" влияние на организм в целом, что приводит к снижению веса крыс и некоторых эндокринных органов у них /вобной железы, семенных пузырьков, селезенки/.

Известно, что состояние упомянутых органов тесно связано с функцией надпочечников. Очевидно, с известной вероятностью, можно считать, что изменение веса органов, установленные нами в опытах, опосредованы функциональными и морфологическими сдвигами надпочечников.

Л и т е р а т у р а

1. Леутский К.М., Лобович Е.И., Вопросы мед. химии, 4, 1, 43, 1958.
2. Selye, H., Brit. J. exper. Path. 17, 234, 1936.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. У, Тарту 1974.

К ВОПРОСУ О ГИПЕРТРОФИИ НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н.Н. Баранов, П.А. Мотавкин

Кафедра гистологии и эмбриологии /зав. П.А. Мотавкин/
и кафедра физвоспитания и врачебного контроля /зав.
Н.Н. Баранов/ Владивостокского медицинского института.

В результате систематических физических нагрузок наблюдалось у крыс увеличение веса надпочечников, расширение зон коры надпочечников, увеличение величины ядра их клеток и прекращение митозов.

Известно, что повторные мышечные нагрузки оказывают влияние на организм и, в частности, на надпочечники, вызывая явления характерные для реакции "стресс", описанной Selye /8,9/. Одним из типичных признаков эндокринного синдрома является гипертрофия надпочечников, что наблюдается и под влиянием мышечной работы /2-6/.

В работе К.З. Цукановой, Б.Г. Синажк /2/ на животных было показано, что при гистологическом исследовании надпочечников обнаруживается гипертрофия клеточных элементов коркового вещества.

В настоящей работе предпринята попытка обосновать морфологическую картину гипертрофии надпочечников при мышечной работе в период тренированности.

Методика исследования

Опыты ставились на крысах-самцах Вистар. Отбор животных состоял в следующем. Молодые крысята по достижении веса 60-70г отсаживались от матери в количестве, вдвое превышающем необходимое для опытов. В последующем производили отбор животных по величине прибавки в весе, при этом животные, дававшие избыточное или недостаточное прибавление, исключались из опыта. Исследование начиналось, когда большая часть крыс достигала веса 95-105 грамм.

Было отобрано 32 крысы. Поставлено 2 серии опытов. Животных каждой серии делили на три группы: опытную, контрольную и нормальную. Опытные и контрольные крысы бегали через день на третбане со специальным спугивающим устройством /1/ в течение 9 недель. Нормальные животные воздействию бега не подвергались, но содержались и находились в таких же условиях, как животные, находившиеся в опыте. Серии крыс забивали в день эксперимента /опытные/ или на следующий день после последней тренировки /контрольные/, но предварительно тренированные бегом в течение 9 недель.

Надпочечные железы брали для изучения тотчас же после забоя животного и взвешивались на торзионных весах. Это делалось всегда с 8 до 9 часов утра, чтобы исключить изменения, зависящие от суточной периодичности функции надпочечников. Материал фиксировался в жидкости Карнуа. Некоторые надпочечники после предварительного взвешивания помещали в 10% раствор формалина. Железы, фиксированные в жидкости Карнуа, обезжизняли в спиртах возрастающей крепости, проводили через батарею ксилолов и заливали в парафин, после чего из них готовились срезы толщиной 7 микронов. Депарафинированные срезы окрашивались гематоксилином Бемера-эозином. На полученных после окрашивания гематоксилином препаратах изучалась общая картина строения надпочечников. С помощью рисовального аппарата изображение надпочечников сначала проецировали на бумагу при малом увеличении /36x/. Участки, соответствующие каждой зоне, обводили карандашом, вырезали и взвешивали. Площадь /мм²/ определяли по формуле =

$$P \cdot 0,01 \cdot K^2$$

где P-вес изображения на бумаге, p-вес одного квадратного сантиметра бумаги, K-увеличение.

Затем срезы надпочечников проецировали через рисовальный аппарат при большом увеличении /1918x/. Обводили контуры ядер различных зон надпочечников. Измеряли длинный /z/ и короткий /β/ диаметры и переводя определенные размеры на микроны с учетом полученного увеличения, рассчитывали объем /V/ по формуле:

$$V = \frac{\pi}{6} \cdot z^2 \cdot \beta$$

Для надпочечников одного животного зарисовали по 100 ядер, так что в каждой группе из 8-13 животных количество зарисованных ядер составляло 800-1300. Распределяли на классы и переводили в % . Строились вариационные кривые. Вычислялся средний 1/3 объема ядер.

Митотическую активность подсчитывали в надпочечниках, фиксированных в жидкости Карнуа, после заливки в парафин срезы окрашивались гематоксилином-эозином. Затем под микроскопом /окуляр 12,5 x объектив 90/ в каждой зоне просматривали по 1000 клеток. Митотическая активность клеток определялась в % в этой зоне.

Результаты исследований

У крыс, подвергнутых мышечной нагрузке, произошло увеличение веса надпочечников. Вес железы стал больше нормальных значений в 1,5 раза /табл. I/.

Гипертрофировалось в основном корковое вещество, однако отдельные зоны его играли не одинаковую роль. Расширялась пучковая зона как у контрольных, так и у опытных животных. Отмечается и некоторое увеличение размеров сетчатой зоны. Особенно это заметно у животных, забитых в остром опыте, т.е. сразу же после бега /табл. I/.

Клубочковая зона у животных всех групп не изменялась. В нарастании массы надпочечников мозговое вещество также прини-

Таблица I

Показатели гипертрофии надпочечников и митотической активности их клеток у крыс при мышечной деятельности.

	Г р у п п ы		
	Норма	Контроль	Опыт
<u>Вес левого надпочеч-</u> <u>ника /мг 100 г веса/</u>	6,7±0,13 (n=13)	8,2±0,34 (n=8)	7,9±0,27 (n=11)
<u>Размеры зон надпочеч-</u> <u>ников / мм² /</u>			
Клубочковая зона	0,52±0,02	0,55±0,02	0,64±0,03
Пучковая зона	1,27±0,05	1,64±0,03	1,78±0,05
Сетчатая зона	0,81±0,02	1,08±0,03	1,02±0,02
Мозговое вещество	0,49±0,02 (n=6)	0,65±0,02 (n=9)	0,64±0,02 (n=6)
<u>Митотическая актив-</u> <u>ность клеток</u>			
Пучковая зона	0,10±0,012	0,14±0,006	0,00±0
Сетчатая зона	0,004 (n=8)	0,007±0,001 (n=7)	0,00±0 (n=7)
<u>Размеры ядер</u>			
Клубочковая зона 1g мм ³	1,4679±0,096 30,899	1,4784±0,065 31,482	1,5118±0,125 37,678
Пучковая зона 1g мм ³	1,6634±0,104 43,681	1,7779±0,030 61,391	1,7726±0,030 66,034
Сетчатая зона 1g мм ³	1,5669±0,059 38,252	1,6203±0,029 42,600	1,5789±0,029 42,377
Мозговое вещество 1g мм ³	1,8800±0,063 87,591 (n=8)	1,8522±0,006 72,264 (n=7)	1,7728±0,037 73,166 (n=7)

мало участие.

У нормальных животных средний объем ядер в различных зонах не одинаков, он является наибольшим в пучковой, затем в сетчатой и клубочковой /табл. 2/.

При длительном мышечном напряжении происходило укрупнение ядер. Об этом свидетельствует увеличение среднего логарифма и средней геометрической размеров объема ядер. Если в опытной группе укрупнение ядер клеток отмечалось во всех зонах, за исключением клубочковой, то в контрольной увеличение их отмечалось в пучковой зоне по отношению к нормальным животным. Результаты подсчетов митозов у нормальных, контрольных и опытных животных показали, что в целом митотический индекс у нормальных крыс не превышает 0,10 промилле, что соответствует литературным данным.

Делящиеся клетки группируются в основном в пучковой зоне. В сетчатой и клубочковой зонах встречаются лишь единичные митозы.

Обсуждение результатов

Анализируя полученные данные можно заключить, что длительная мышечная нагрузка в состоянии тренированности вызывает стимуляцию надпочечников, что выражается гипертрофией надпочечников.

Общеизвестно, что корковое вещество при любом стрессе увеличивается в основном за счет пучковой зоны. То, что увеличение пучковой зоны наблюдается одновременно с увеличением сетчатой зоны при мышечной работе, по нашим данным, может быть рассмотрено в рамках представлений Е. Топчуги /10/ о "трансформации" одних зон в другие. Обнаружено, что гипертрофия клеток является основным процессом, приводящим к увеличению массы надпочечников при мышечном стрессе. Однако, такие вопросы, как зависимость гипертрофии от периода мышечной работы или особенность реакций отдельных зон надпочечников остаются невыясненными. То обстоятельство, что в наших опытах применялась длительная физическая нагрузка, благоприятствовало получению необходимых ответов. Было показано, что действительно при мышечной работе развивается гипертрофия ядер пучковой зоны.

Если при изучении размеров зон и объема ядер были получены результаты, которые в основном подтверждали литературные данные, исходя из теории "стресс", то результаты изучения митотического индекса явилось до некоторой сте-

пени неожиданными. Согласно современным представлениям в надпочечниках при стрессе наблюдается реактивное торможение митозов, у нас же в эксперименте у опытной группы животных митотическое деление полностью прекратилось, в то время как в контрольной группе наблюдалось значительное увеличение митозов.

Л и т е р а т у р а

1. Савичев Т.Д. В сб.: Биологически активные вещества флоры и фауны Дальнего Востока и Тихого океана, 120, Владивосток, 1971.
2. Цуканова К.З., Синажк Б.Г. В сб.: Проблемы спортивной медицины 199, М., 1965.
3. Frenkl R., Csabay L., Kiserl. orvostud., 14, 473, 1962.
4. Hartman F. Ann. Intern. Med., 7, 1933.
5. Hort W. Virchows Arch., 320, 197, 1951.
6. Ingle D.J. Am. J. Physiol., 124, 627, 1938.
7. Romz. Цит. Н.В. Медведева. Экспериментальная эндокринология. Из-во А.Н. УССР, Киев, 1946.
8. Selye, H., Endocrinology 21, 1937.
9. Selye, H., The Story of Adaptation Syndrome. Montreal, 1952.
10. Tonnyti E. Endokrinologie, 28, 1, 1951.

К ВОПРОСУ О ЦИРКАДНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ И ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ
РЕАКЦИИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ.

Э.М.Казин, В.А.Дячков, С.Б.Дурье, М.П.Мошкин

Кафедра анатомии и физиологии (зав. Э.М.Казин) Кемеровско-
го государственного педагогического института.

У восьми человек изучались суточные изменения концентрации II-ОКС в крови и показатели кардиодинамики в покое и в условиях мышечной деятельности. Обнаружен наибольший прирост концентрации II-ОКС в ответ на нагрузку в ночное время суток. В часы, когда отмечался выраженный прирост концентрации кортикостероидов в крови в ответ на нагрузку (23 - 07 часов), наблюдалась меньшая частота сердцебиений после работы и имела место тенденция к увеличению времени изгнания минутного объема сердца в сравнении с периодом суток, в котором гормональная реакция на нагрузку была не выражена (II - 29 часов).

Суточные изменения физиологических функций в значительной степени модулируют ответные реакции организма на внешние и внутренние стимулы. В этом отношении существенная роль отводится коре надпочечников, поскольку с ритмами кортикостероидов связана чувствительность организма к стрессорным и экстремальным воздействиям (6, 7).

По мнению ряда авторов (3,4) суточный ритм кортикостероидов является эндогенным синхронизатором, обеспечивающим временную координацию многих периодических внутриклеточных процессов. Особое значение эта координация приобретает в условиях мышечной деятельности, когда резко возрастает адаптивная роль гормонов коры надпочечников.

Одним из звеньев, лимитирующих физическую работоспособность, является система кровообращения. В наших предыдущих исследованиях были рассмотрены некоторые стороны взаимоотношений гемодинамики и надпочечниковой функции в условиях мышечной деятельности (I,2).

Предметом данного сообщения является изучение циркадных изменений в реакциях коры надпочечников и системы кровообращения на физическую нагрузку.

М е т о д и к а

В период с 13 апреля по 27 мая 1972 года было проведено 48 наблюдений над 8-ю студентами КИПИ. В эксперименте участвовали физически здоровые мужчины в возрасте от 18 до 22 лет. Занятия в институте у испытуемых начинались в 8 часов утра.

Обследования проводились 6 раз в сутки: в 3, 7, 11, 15, 19, 23 часов. Экспериментальный график был построен таким образом, что каждый испытуемый обследовался не чаще чем 1 раз в 6 дней, с целью сохранения стандартных условий эксперимента. В период обследования испытуемые выполняли 6-минутную работу на велоэргометре. За 3 минуты до начала работы и через 6 минут после её окончания брались пробы венозной крови для определения концентрации II-ОКС в крови флуориметрическим методом (10). Сердечная функция изучалась методом фазового анализа. С этой целью за 5 минут до нагрузочного теста и на 1-ой минуте после окончания его записывали синхронно ЭКГ (в отведении I), фонокардиограмму и дифференциальную сфигмограмму сонной артерии.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я и и х о б с у ж д е н и е

Содержание II-ОКС в крови достигало максимума к моменту пробуждения и сохранялось на этом уровне до 11-ти часов (рис.1). В последующие часы концентрация гормонов в крови снижалась, имея минимум в 23 часа. Наши результаты совпадают с многочисленными литературными данными, согласно которым у человека при нормальных условиях сна-пробуждения отмечается циркадный образец надпочечниковой функции, характеризующийся пиком гормональной концентрации в утренние часы с прогрессирующим снижением в остальное время суток (5,9).

При выполнении физической нагрузки достоверный прирост содержания II-ОКС в крови наблюдался в период от 23 до 7 часов ($p < 0,05$), в остальное время изменение гормонального уровня в ответ на мышечную работу было статистически не значимым (рис.1). Обращает на себя внимание, что максимальная надпочечниковая реакция на нагрузку в 3 часа ночи предшествовала на 4-8 часов пику базальной концентрации II-ОКС в крови. Существует мнение(7), что это время до наступления максимума адренокартикальной функции характеризуется оптимальной готовностью гипофиза к высвобождению АКТГ и ответу на внешний стимул.

Между исходным содержанием II-ОКС в крови и гормональной реакцией на нагрузку, выраженной в % от исходного уровня, в

период бодрствования, отмечалась отрицательная корреляция ($r = -0,603$ $p < 0,01$), которая не выявлялась в ночное время. Исходя из современных представлений (8) о взаимоотношениях в системе гипофиз – кора надпочечников, можно предположить, что в ночное время ответная реакция на нагрузку осуществляется по типу открытой цепи (без отрицательной обратной связи), в дневное время по замкнутому типу.

В состоянии покоя суточные колебания сердечной функции характеризовались максимальной частотой сердцебиений в 15 часов и максимальной сократимостью миокарда, по данным фазовой структуры сердечного цикла в 19 часов (табл. I). В ответ на физическую нагрузку, учащение сердечной деятельности было наибольшим в дневное время (табл. I). В отношении параметров фазовой структуры систолы левого желудочка на I-ой минуте после работы лишь для времени изгнания минутного объема сердца (ВИМОС) наблюдалась некоторая тенденция к увеличению в 7 часов утра и в 23 часа ночи (табл. I).

При сопоставлении параметров кардиодинамики с кортико-стероидной функцией было найдено, что во время работы на велоэргометре частота сердцебиений находилась в обратной зависимости от концентрации II-ОКС в крови после нагрузки ($r = -0,342$ $p < 0,05$), а механический коэффициент и ВИМОС в положительной зависимости ($r = 0,323$, $r = 0,364$ соответственно $p < 0,05$). Эти результаты согласуются с нашими ранними исследованиями, проведенными только в дневной период (I, 2).

В те часы, когда не отмечалось достоверного прироста концентрации II-ОКС в крови в ответ на нагрузку (II-19 часов) наблюдалась большая частота сердцебиений после работы и имела место тенденция к уменьшению ВИМОС, в сравнении с периодом суток, в котором гормональная реакция на нагрузку была выражена отчетливо (23-7 часов). Создается впечатление, что низкая сократительная реакция на нагрузку, отмечаемая при снижении гормонального уровня, компенсируется в этих случаях более выраженным учащением частоты сердцебиений.

Следует отметить, что в состоянии покоя содержание II-ОКС в крови не коррелировало с показателями сердечной функции. По-видимому, заинтересованность системы кровообращения в снабжении гормонами коры надпочечников наиболее остро проявляется в условиях связанных с повышенными требованиями к сердечно-сосудистой системе. В состоянии же по-

Таблица I

Суточные изменения показателей кардиодинамики в покое и при физической нагрузке

Показатели	03	07	11	15	19	23
В ПОКОЕ						
Частота сердцебиений	73 \pm 3,89	71 \pm 4,17	78 \pm 3,56	81 \pm 4,96	76 \pm 4,66	78 \pm 6,94
ВММOC	17,26 \pm 2,13	17,10 \pm 0,31	17,95 \pm 0,55	18,30 \pm 0,77	17,20 \pm 0,92	17,41 \pm 1,14
Механичес- кий коэффи- циент	2,20 \pm 0,21	2,49 \pm 0,17	2,44 \pm 0,13	2,59 \pm 0,14	2,88 \pm 0,39	2,05 \pm 0,32
ВО ВРЕМЯ РА- БОТЫ						
Частота сердцебиений	175 \pm 3,14	176 \pm 4,01	181 \pm 3,83	182 \pm 3,83	182 \pm 3,6	182 \pm 1,89
НА 1-ОЙ МИ- НУТЕ ПОСЛЕ РАБОТЫ						
Частота сердцебиений	152 \pm 3,76	153 \pm 5,5	159 \pm 5,14	163 \pm 4,08	161 \pm 2,76	155 \pm 3,96
ВММOC	21,42 \pm 0,81	22,50 \pm 0,87	22,21 \pm 0,63	21,20 \pm 0,88	22,59 \pm 0,73	23,58 \pm 0,69
Механичес- кий коэффи- циент	4,23 \pm 0,21	3,73 \pm 0,65	4,46 \pm 0,34	4,33 \pm 0,42	3,67 \pm 0,32	4,86 \pm 0,62

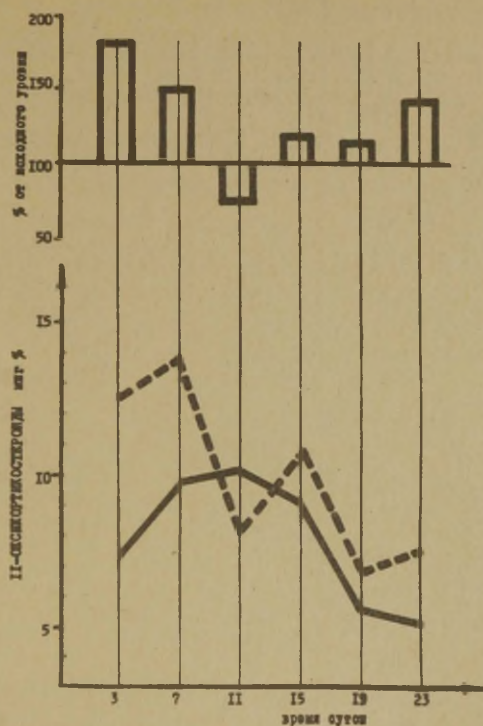


Рис.1

Содержание II-оксикортикоидов в крови в разное время суток до (сплошная линия) и после (прерывистая линия) физической нагрузки.

кая циркадные изменения уровня кортикостероидов не оказывают заметного влияния на сердечную функцию.

В ы в о д ы

1. В состоянии покоя максимальный уровень II-ОКС в крови наблюдается в утренние часы суток. Наиболее выраженный прирост гормональной концентрации в ответ на нагрузку отмечается в ночное время.
2. Параметры кардиодинамики на I-ой минуте после нагрузки коррелировали с содержанием II-ОКС в крови.

Л и т е р а т у р а

1. Г.Г.Авдеева, Г.В.Ефимова, Э.М.Казин, М.Г.Колпаков, А.Л.Маркель, М.П.Мошкин, В.Т.Ткач, В кн.: Адаптация к мышечной деятельности и гипокинезия, 17, Новосибирск, 1970.
2. М.Г.Колпаков, Э.М.Казин, Н.Г.Блинова, М.П.Мошкин, А.Л.Маркель, В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления к мышечной деятельности, 2, 101, Тарту, 1971.
3. Crithlow, Liebelt R.A., Bar-Sklam; Maintcastle W., Lipscomb S., Amer.J.Physiol., 205, 807, 1963.
4. Grotz L., Ader K., Physiology and Behavior, 5, 739, 1970.
5. Halberg F., Simpson H., Human Biology, 39, 405, 1967.
6. Halberg F., Frank J., Horner J., Experientia, 17, 282, 1961.
7. Haus F., Ann N. 4. Acad. Sci., 117, 292, 1969.
8. Koch B., Neuroendocrinology, 6, 395, 1969.
9. Orth D.N., Island D.P., Liddle G.W., J.Clin.Endocrinol., 27, 549, 1967.
10. Stahl F., Dörner G., Acta endocrinol. , 37, 75, 1966.

ЭКСКРЕЦИЯ 17-ОКСИКОРТИКОСТЕРОИДОВ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ У ЮНЫХ ГИМНАСТОК В ПЕРИОД СОРЕВНОВАНИЙ

А.В. Гайлюнене, Е.Ю. Паулаускене

Кафедра физиологии и биохимии /зав. Ю.А. Куприс/ и
кафедра гимнастики /зав. В.А. Казлаускас/ Литовского
государственного института физической культуры.

Проведено изучение экскреции с мочой 17-окс и их метаболитов в день республиканских соревнований у 12 юных гимнасток. Существенные сдвиги в количестве и соотношении отдельных фракций метаболитов кортизола получены в основном в порции мочи, собранной в период соревнований. Преобладающими фракциями экскретируемых с мочой глюкокортикоидов в период соревнований являются тетрагидрокортизол /ТН/ и тетрагидрокортизон /ТНЕ/, однако выведение с мочой неизмененных кортизола /F/ и кортизона /E/ является довольно высоким по сравнению с фоновым уровнем.

В отечественной литературе имеется немного работ /1,4/ посвященных изучению экскреции 17-оксикортикостероидов у юных гимнасток во время тренировочных занятий. Однако в доступных нам литературных источниках не удалось найти данных об экскреции метаболитов кортикостероидов у юных гимнасток во время соревнований. А исследование кортикостероидов и их метаболитов в эмоционально окрашенной соревновательной обстановке представляет особый интерес, поскольку известна зависимость между эмоциями и функцией коркового слоя надпочечников /3,5/. Задачей настоящего исследования явилось определение экскреции с мочой основных метаболитов стероидных гормонов коры надпочечников у юных гимнасток в день соревнования.

М е т о д и к а

Исследованию подвергалось 12 гимнасток в возрасте 17-18 лет. Две из них кандидаты в мастера спорта, остальные - мастера спорта. Республиканские соревнования проводились по программе мастеров спорта.

Моча для исследования в день соревнований и в несоревновательной обстановке собиралась 4-х часовыми порциями.

Величину экскреции 17-оксикортикостероидов определяли методом Портера и Сильберта в модификации М.А.Креховой /3/. Метаболиты кортизола в моче исследовали с помощью хроматографии на тонком слое силикагеля по методу, предложенному Р.В.Дружининой /2/. При этом исследовалось количество неизмененного кортизола /F/, кортизона /E/, тетрагидрокортизола /TH /, тетрагидрокортизона /THE/.

Результаты исследования

Из анализа полученных данных выяснилось, что средняя экскреция 17-ОКС в день соревнований у изучаемых гимнасток выглядела следующим образом: суммарное количество экскретируемых с мочой 17-ОКС составило $6,46 \pm 0,73$ мг/24 часа, количество свободных 17-ОКС было равно $0,22$ мг/24 часа, а конъюгированных с глюкуроновой кислотой - $6,24$ мг/24 часа. Увеличение суточной экскреции 17-ОКС с мочой в день соревнований у гимнасток происходило за счёт порций мочи, полученной в период соревнований. Средний уровень кортизола /F/ в моче в период соревнований у гимнасток соответствовал $0,612 \pm 0,046$ мг/24 часа, кортизона /E/ - $0,236 \pm 0,032$ мг/24 часа, тетрагидрокортизола /THF / - $0,774 \pm 0,12$ мг/24 часа и тетрагидрокортизона /THE/ - $3,17 \pm 0,45$ мг/24 часа.

Таким образом, исследование фракционного состава 17-ОКС мочи показало, что преобладающими фракциями в период соревнований являются тетрагидрокортизол и тетрагидрокортизон, однако количество выведенных с мочой неизмененного кортизола и кортизона, по сравнению с фоновыми данными, является довольно высоким. Изучение полученных данных показало также, что в спокойной несоревновательной обстановке средняя экскреция с мочой суммарного количества 17-ОКС у гимнасток составила $3,98$ мг/24 часа, кортизола /F / - $0,06$ мг/24 часа, кортизона /E/ - $0,13$ мг/24 часа, тетрагидрокортизола /THF / - $0,57$ мг/24 часа и тетрагидрокортизона /THE/ - $2,75$ мг/24 часа.

Обсуждение результатов

Хотя при различных стрессовых ситуациях по теории адаптационного синдрома Селье системе гипофиз - кора надпочечников, - отводится видное место, однако динамика глюкокортикоидных реакций на раздражители типа физической нагрузки и соревновательные стрессовые ситуации до настоящего времени остается полностью не выясненной, поскольку выра-

Экскреция с мочой метаболитов кортикостероидов
у юных гимнасток во время республиканских сорев-
нований (мг/24 часа)

Обследуемая	Спорт. разряд	17-ОКС	F	E	TH F	THE
1. Д-те	М.С.	8,5	0,25	0,20	0,75	4,93
2. Т-те	К.М.С.	4,6	0,16	0,13	0,51	2,47
3. С-те	М.С.	8,78	0,46	0,21	0,61	2,35
4. Е-те	К.М.С.	10,2	0,27	0,44	1,34	5,7
5. Ц-те	М.С.	4,6	0,16	0,12	0,41	2,48
6. А-я	М.С.	5,5	0,07	0,18	1,01	2,11
7. С-те	М.С.	4,2	0,05	0,22	0,33	2,07
8. З-те	М.С.	3,4	0,06	0,17	0,30	1,25
9. Г-те	М.С.	4,2	0,14	0,19	0,66	2,05
10. С-я	М.С.	6,1	0,10	0,13	1,26	3,10
11. В-те	М.С.	10,5	0,62	0,53	1,30	6,41
12. К-те	М.С.	6,6	0,19	0,30	1,34	3,41
$\bar{M} \pm m$		$6,46 \pm 0,73$	$0,212 \pm 0,046$	$0,236 \pm 0,032$	$0,774 \pm 0,12$	$3,17 \pm 0,45$

женность реакции со стороны организма на эти воздействия подвержена значительным индивидуальным колебаниям. Как видно из приведенных в таблице 1 данных, экскреция 17-окс и их метаболитов с мочой у гимнасток во время соревновательного эмоционального стресса, сопряженного с физической нагрузкой, очень индивидуальная. У изученных нами гимнасток экскреция 17-окс и их метаболитов в период соревнований значительно превышала фоновый уровень. Наиболее существенно было повышение экскреции неизмененных кортизола /F/ и кортизона /E/. Чем же все-таки объяснить такое довольно высокое выведение с мочой неизмененных фракций глюкокортикоидов во время соревнований? Нарушением связывания стероидов и их глюкуронидов в печени, снижением преобразования и использования глюкокортикоидов периферическими тканями или стремлением организма избавиться от перегрузки гормонами циркулирующей крови и быстрым их выведением почками? На наш взгляд ответы на поставленные вопросы могло бы дать применение меченных радиоизотопов в исследовании связывания и обмена стероидных гормонов при разных физических нагрузках и эмоциональных напряжениях.

В ы в о д ы

1. В соревновательной обстановке суточная экскреция 17-окс и их метаболитов с мочой у изучаемых гимнасток повышалась главным образом за счет порции мочи, полученной в период соревнований.
2. Преобладающими фракциями экскретируемых с мочой глюкокортикоидов в период соревнований являются тетрагидрокортизол /THF/ и тетрагидрокортизон /THE/, однако выведение с мочой неизмененного кортизола /F/ и кортизона /E/ является довольно высоким, по сравнению с фоновым уровнем.

Л и т е р а т у р а

1. Виру А.А., Уч.записки Тартуского гос.унив. 267, 33, Тарту, 1971.
2. Дружинина К.В., Вопр.химии, 4, 81, 1965.
3. Крехова М.А. Проблемы эндокрин. 6, 2, 55, 1966.
4. Круглый М.М., Архангельская И.А., Эндокринные механизмы регуляции и приспособления организма к мышечной деятельности. 2, 145, Тарту, 1971.
5. Шульга В.В., Шорин Ю.П. Эндокринные механизмы регуляции и приспособления организма к мышечной деятельности, 1, 84, Тарту, 1969.

ВЛИЯНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА
КОНЦЕНТРАЦИЮ В КРОВИ 11-ОКСИКОРТИКОСТЕРОИДОВ И
СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ

Д.Я. Шурыгин, В.И. Баландин

Кафедра физиологии ВМА им. С.М.Кирова, Ленинград

Изучали изменение концентрации 11-оксикортикостероидов /11-ОКС/ и свободных аминокислот в крови у спортсменов под влиянием специфических тренировочных и соревновательных нагрузок. Найдено, что концентрация исследуемых компонентов зависит от степени тренированности обследуемых, вида мышечной деятельности и ее эмоциональной напряженности. Динамика изменения изучаемых показателей объясняется неодинаковой степенью утилизации гормонов и различной скоростью протекания процессов глюконеогенеза.

Как известно, в механизмах действия гормонов важная роль принадлежит их влиянию на белковый обмен. Глюкокортикоиды ускоряют трансаминирование аминокислот, обеспечивая глюконеогенез. Это рассматривается как один из важных путей энергетического обеспечения организма /5,13,17/. Однако работы по комплексному изучению функционального состояния коры надпочечников и белковому обмену при мышечной деятельности пока немногочисленны /2,3,8,9,18/, а сведений о параллельном изучении в крови глюкокортикоидных гормонов и свободных аминокислот под влиянием специфической мышечной деятельности не имеется.

В связи с этим целью нашего исследования явилось параллельное изучение концентрации 11-оксикортикостероидов и свободных аминокислот в крови у спортсменов различной степени тренированности, выполнявших физические нагрузки, направленные на выработку таких физических качеств, как выносливость /лыжный спорт/, скорость /фехтование/ и силу /тяжелая атлетика/.

Методика

Исследование проведено на группе молодых мужчин в возрасте 20-30 лет, находившихся на учебно-тренировочном сборе. Обследуемые по степени тренированности разделены на группы мало- и высокотренированных спортсменов. В качестве физических нагрузок использовались обычные двухчасовые тренировочные занятия по лыжному спорту /циклическая мышечная деятельность/, фехтованию и тяжелой атлетике /ациклическая мышечная деятельность/ и участие спортсменов в состязаниях по указанным видам спорта.

В крови, взятой перед физическими нагрузками и сразу же после них, концентрацию II-ОКС определяли флуориметрическим методом /I4/, свободные аминокислоты /цистин, лизин, гистидин, аргинин, глутамин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, серин, глицин, аланин, тирозин, метионин, валин, фенилаланин, лейцин и изолейцин/ - методом хроматографии на бумаге /6/.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты изменений концентрации 11-ОКС и свободных аминокислот под влиянием нагрузок тренировочного занятия представлены в таблице I. Концентрация II-ОКС в плазме у лыжников повысилась на 25% в группе малотренированных и на 40% в группе мастеров спорта. При этом концентрация свободных аминокислот имела тенденцию к уменьшению у малотренированных и к увеличению у высокотренированных спортсменов. Динамика изменений концентрации указанных компонентов при специфической работе у фехтовальщиков была однотипной с таковой у тяжелоатлетов, поэтому мы объединили их в одну общую группу - ациклической мышечной деятельности.

Как видно из таблицы 1, концентрация 11-ОКС и свободных аминокислот крови в группе малотренированных спортсменов при ациклической мышечной деятельности увеличилась /соответственно на 25 и 6%/, а в группе высокотренированных спортсменов наблюдалось снижение как 11-ОКС, так и свободных аминокислот /соответственно на 23 и 8%/. Следует отметить общую тенденцию к понижению концентрации незаменимых аминокислот /лизин, метионин, валин, фенилаланин, лейцин/. В группе высокотренированных спортсменов при ациклической мышечной деятельности уменьшение содержания этих веществ в крови было статистически достоверным.

Таблица I.

Изменение концентрации II-ОКС, свободных и незаменимых аминокислот в крови у спортсменов под влиянием физических нагрузок ($\bar{x} \pm m$)

Вид мышечной деятельности	Характер нагрузки	Степень тренированности	II-ОКС, мкг %		Свободные аминокислоты, мг %		Незаменимые аминокислоты, мг %		
			контроль	нагрузка	контроль	нагрузка	контроль	нагрузка	
Циклический	тренировочный	малая	18	18,0 \pm 1,23	22,3 \pm 1,23	14,9 \pm 0,70	14,0 \pm 1,26	4,3 \pm 0,36	4,1 \pm 0,50
		высокая	6	15,0 \pm 1,29	20,9 \pm 3,40	14,9 \pm 1,10	15,7 \pm 1,50	4,4 \pm 0,70	4,0 \pm 0,80
	соревновательный	малая	20	20,1 \pm 1,80	34,2 \pm 2,37	14,6 \pm 0,72	13,9 \pm 0,97	3,7 \pm 0,29	3,6 \pm 0,33
		высокая	14	19,7 \pm 1,64	38,7 \pm 3,60	14,5 \pm 0,60	14,2 \pm 0,50	3,9 \pm 0,25	3,5 \pm 0,30
Ациклический	тренировочный	малая	16	12,6 \pm 1,72	15,8 \pm 2,49	15,1 \pm 1,02	16,0 \pm 1,32	4,5 \pm 0,27	4,5 \pm 0,31
		высокая	33	16,3 \pm 1,24	12,7 \pm 0,85	15,9 \pm 1,06	14,7 \pm 0,54	4,8 \pm 0,24	4,1 \pm 0,18
	соревновательный	малая	7	11,7 \pm 1,40	23,0 \pm 3,50	13,4 \pm 1,40	14,2 \pm 1,19	3,8 \pm 0,41	3,9 \pm 0,43
		высокая	23	18,5 \pm 1,22	20,0 \pm 1,27	15,9 \pm 0,66	14,3 \pm 0,51	4,8 \pm 0,20	3,7 \pm 0,20

Примечание: при существенном различии с исходными величинами ($p < 0,005$) соответствующее среднее подчеркнуто.

Под влиянием соревновательных нагрузок при циклической мышечной деятельности /гонка на 30 км/ в обеих группах наблюдалось значительное повышение концентрации 11-ОКС в крови /соответственно на 70 и 96%/. При этом концентрация аминокислот имела тенденцию к уменьшению, а в группе высокотренированных спортсменов уменьшение было статистически достоверным /табл. 1 .

Соревновательные ациклические нагрузки у малотренированных спортсменов привели к значительному увеличению концентрации 11-ОКС в крови и незначительному повышению свободных аминокислот. В группе высокотренированных спортсменов под влиянием участия в соревнованиях, вместо наблюдавшегося уменьшения 11-ОКС после тренировочного занятия, имела место тенденция к увеличению содержания этих веществ, а концентрация свободных аминокислот существенно уменьшилась - на 24% по сравнению с исходным уровнем.

Многие авторы /2,6,9/ падение концентрации кортикостероидных гормонов в крови или уменьшение их экскреции с мочой во время мышечной деятельности объясняют снижением функционального состояния коры надпочечников. Однако концентрация гормонов в крови при мышечной деятельности определяется двумя взаимосвязанными процессами - секрецией их надпочечниками и утилизацией тканями организма /1,11,16/.

Поскольку в наших исследованиях понижение концентрации 11-ОКС наблюдалось в группах высокотренированных спортсменов, а у малотренированных, напротив, имело место их повышение, постольку вполне обоснованным будет предположение о том, что отмеченное нами понижение концентрации глюкокортикоидов обусловлено не снижением секреторной активности коры надпочечников, а различной скоростью их утилизации. Это согласуется с наблюдениями, в которых показано повышение утилизации кортикоидных гормонов тканями организма при мышечной деятельности /12,15/.

Изменения концентрации свободных аминокислот зависели от концентрации 11-ОКС в крови и протекали, видимо, в две фазы. В первую фазу повышенная секреция глюкокортикоидных гормонов сопровождалась увеличением концентрации в крови свободных аминокислот. Это происходило, по-видимому, в результате усиления процессов катаболизма белков под влиянием глюкокортикоидов. По мере продолжения работы наступает вторая фаза, характеризующаяся возрастанием ути-

лизации гормонов и усилением процессов глюконеогенеза. Складывается впечатление, что процесс утилизации гормонов зависит от степени тренированности спортсменов. Видимо, у малотренированных спортсменов скорость утилизации гормонов отстает от их секреции надпочечниками, а у высоко-тренированных утилизация гормонов превышает процессы секреции, поэтому у первых концентрация кортикостероидов в крови повышена, а у вторых - снижена.

Различная степень утилизации глюкокортикоидов сказывается на скорости протекания процессов глюконеогенеза. Более низкий уровень обмена гормонов у малотренированных спортсменов по сравнению с высокотренированными не обеспечивает надлежащей скорости протекания процессов глюконеогенеза. В результате этого имеющийся в крови запас глюкокортикоидов и свободных аминокислот используется недостаточно, и организм малотренированных спортсменов не в состоянии получить дополнительную энергию за счет процессов глюконеогенеза аминокислот. Это, в свою очередь, может привести к снижению работоспособности и низким спортивным результатам.

Наблюдавшееся в процессе тренировки снижение концентрации 11-ОНС в плазме у высокотренированных спортсменов, весьма возможно, отражает процесс экономизации функций. Вместе с тем, в экстремальных условиях /например, лыжная гонка на 30 км/ у высокотренированных спортсменов, обладающих большими физиологическими резервами, можно обнаружить очень высокие концентрации 11-ОНС в крови.

Отмеченная нами зависимость изменения концентрации 11-ОНС и свободных аминокислот в крови от вида мышечной деятельности, видимо, объясняется спецификой физических нагрузок, поскольку циклическая мышечная работа спортсменов-лыжников выполняется с относительно постоянной, а циклическая работа фехтовальщиков и тяжелоатлетов - с переменной интенсивностью.

Более выраженные изменения исследуемых компонентов во время участия спортсменов в соревнованиях могут быть объяснены развитием эмоционального напряжения, сопровождающегося, как известно, активацией симпатoadреналовой системы.

В ы в о д и

1. Концентрация 11-ОКС и свободных аминокислот в крови при мышечной деятельности зависит от степени адаптации организма к мышечной деятельности, вида физических нагрузок и их эмоциональной напряженности.

2. Различная динамика изменения указанных компонентов, по-видимому, обусловлена неодинаковой степенью утилизации гормонов и разной скоростью протекания процессов глюконеогенеза.

Л и т е р а т у р а

1. Виру А.А. В кн.: Физиология мышечной деятельности, труда и спорта, 295, Л., 1969.
2. Виру А.А., Кырге П.К., Вайкмаа М.А., Окс М.С., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 2, 115, Тарту, 1971.
3. Коренская Э.Ф. Проблемы эндокрин. и гормонотерапии, 13, 4, 65, 1967.
4. Кырге П.К., Виру А.А., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 1, 150, Тарту, 1969.
5. Клегг П., Клегг А., Гормоны, клетки, организм, М., 1971.
6. Лебедева З.Н., Определение аминокислот методом хроматографии на бумаге. Л., 1969.
7. Синаюк Ю.Г., Автореферат канд. дисс., Киев, 1966.
8. Экке Х.В., Виру А.А. В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 1, 162, Тарту, 1969.
9. Bugard P., Ann.Endocrin., 22, 1000, 1961.
10. Carraz G., Pin G., Beriel H., Medicine ,educ. phys.et sport., 34, 4, 299, 1960.
11. Hill S.R., Goetz F.C., Fox H.M., Murawski B.J., Arch. Intern. Med., 96, 269, 1956.
12. Kägi H.R., Helv.Med.Acta, 22, 258, 1955.
13. Lardy H.A. Gluconeogenesis: Pathways and Hormonal Regulation, The Harvey Lecture, Series 60, 261, 1966.
14. Moore P., Raskin, M., Steeno O., Ann.Endocrin., 21, 479, 1960.
15. Staehelin D., Labhart A., Froesch R., Kägi H.R., Ann.Endocrin., 18, 521, 1955.
16. Thorn G.W., Jenkins D. and Laidlaw J.C., Recent. Progr. Horm.Res., 8, 171, 1953.
17. Weber, G.C., Srivastava S.K., Singhal K.L., J.Biol.Chem., 240, 750, 1965.
18. Young D.R., Price R., Elder M.E., Agachi R.R., J.Appl. Physiol., 17, 669, 1962.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. У, Тарту 1974.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЛЮКОКОРТИКОИДНЫХ ГОРМОНОВ, ЭЛЕКТРОЛИТОВ, СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ И ФУНКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СПОРТИВНЫХ НАГРУЗКАХ

В.И. Баландин, Л.А. Королев, Д.Я. Шурыгин

Кафедра физиологии ВМА им. С.М.Кирова, Ленинград

Для оценки взаимосвязи гормональных функций с деятельностью сердечно-сосудистой системы и аминокислотного обмена у спортсменов исследовались II-оксикортикостероиды, электролиты, свободные аминокислоты и производилась съемка ЭКГ. Полученный материал обработан методами корреляционного и многофакторного анализа. В статье обсуждаются различные механизмы адаптации спортсменов к специфическим нагрузкам. Выделяются факторы нейрогуморальной регуляции в направлении экономизации и мобилизации изучаемых функций. Делаются выводы о возможности групповой и индивидуальной оценки адаптации организма.

Участие гормонов коры надпочечников в регуляции обмена веществ не вызывает сомнения. Однако выяснение механизмов их взаимодействия с другими функциональными системами организма при мышечной деятельности еще далеко не закончено. В настоящее время внимание исследователей привлекает комплексное изучение гормонов и их метаболитов, обмена веществ и сердечно-сосудистой системы /1-5,7,8/.

В данной работе ставилась задача выяснения взаимосвязанных реакций коры надпочечников, азотистого /аминокислотного/ обмена и сердечно-сосудистой системы при спортивных нагрузках.

М е т о д и к а

В течение нескольких лет проводилось наблюдение на 130 спортсменах высших разрядов по лыжному спорту, фехтованию и тяжелой атлетике в возрасте от 20 до 30 лет. У обследуемых производилось параллельное исследование II-оксикортикостероидов /II-ОКС/, натрия и калия и свободных аминокислот в крови и регистрация биоэлектрических изменений сердца /ЭКГ/ при спортивных нагрузках в период соревнований и специальных тренировок в сочетании с дозированными нагрузками /пробами/. II-ОКС определялись флуорометрическим

методом /6/, электролиты – пламенной фотометрией, свободные аминокислоты – методом хроматографии на бумаге /9/, ЭКГ – данные снимались при помощи сетевого электрокардиографа.

Полученные данные были подвергнуты статистической обработке при помощи параметрических методов и многомерного корреляционного и факторного анализов, проводимых на ЭВМ БЭСМ-2 по алгоритмам В.П.Томшина. Факторный анализ по программе заканчивался частной проверкой весовой нагрузки на отдельных испытуемых, входящих в наблюдаемую группу. В качестве спортивных нагрузок испытуемые выполняли 2-х часовые тренировочные занятия и участвовали в соревнованиях в своих видах спорта.

Результаты исследования и их обсуждение

Были установлены "плеяды" корреляционных связей /рис.2/, отражавшие достоверные зависимости изучаемых показателей /критический диапазон $-r = 0,16 - 0,21$ /. Выявились доминирующие признаки этих показателей как в покое, так и в период спортивных нагрузок. Основные из них RR и T-волна ЭКГ, II-ОКС, электролиты. "Плеяда" /RR, частота сердечных сокращений – ЧСС /объединяла в покое и после нагрузок, а также в восстановительном периоде интервал QT, волну T, угол α QRS.

Высота волны T коррелировала с уровнем калия в крови, особенно после спортивных напряжений, содержание II-ОКС – с уровнем свободных аминокислот в крови.

Направленность приспособительной регуляции сердечной деятельности, гормонального и аминокислотного обмена устанавливалась при помощи многомерного анализа /рис.2/.

Веса 1 фактора с достоверностью выявили у исследуемых направление регуляции в сторону экономизации функций: замедление ЧСС в покое, а также и после физической нагрузки /0,56; 0,47/, увеличение ионов калия и снижение ионов натрия в плазме крови, снижение уровня II-ОКС и свободных аминокислот.

Веса II фактора выявляли направление мобилизующей регуляции /сокращение интервала RR сразу после спортивных нагрузок и в период восстановления, увеличение II-ОКС и свободных аминокислот после нагрузок/. Веса III фактора в основном отражали тенденции первого фактора и частично второго. Значение весов IY и Y факторов было трудно идентифицировать, однако, оно приближалось к тенденциям II фактора.

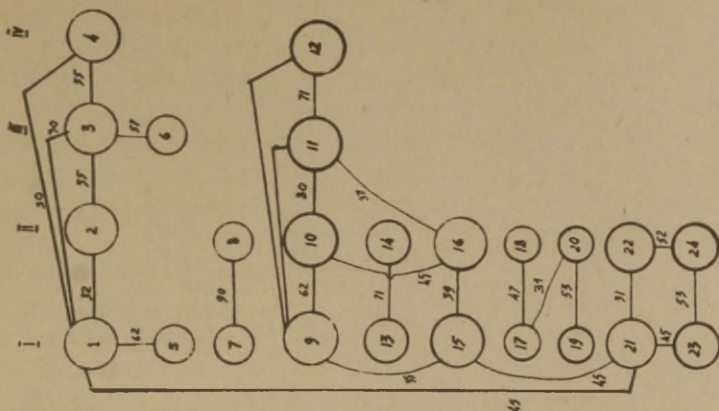


Рис.1. Схема корреляционных связей показателей ЭКГ, содержания II-ОКС, электролитов и свободных аминокислот в крови у спортсменов: I, II, III, IV - столбы - данные в покое, после спортивных нагрузок, после дозированной нагрузки, в периоде восстановления. 1-4 - интервал ; 5-6 - интервал ; 7-8 - волна Т; 9-12 - интервал I-14 по ЭКГ. 15-16 - К в плазме крови; 17-18 - К в эритроцитах; 19-20 - в плазме крови; 21-22 - II-оксикортикостероиды в крови; 23-24 - свободные аминокислоты в крови. Корреляционные коэффициенты указаны без 0, - целых

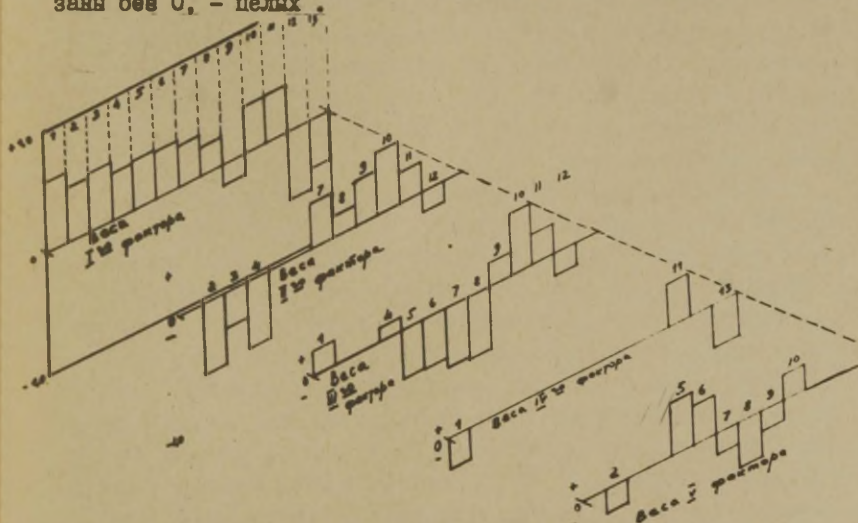


Рис.2. Факторные весовые нагрузки показателей ЭКГ и концентрации II-ОКС, натрия, калия, и свободных аминокислот в крови: I-4 интервал - в покое, после спортивных нагрузок, после дозированных нагрузок, в восстановительном периоде; интервал - 5, 6 - в покое, после дозированной нагрузки; 7, 8 - волна Т - в покое, в восстановительном периоде; 9, 10 - II оксикортикостероиды в крови - в покое, после спортивной нагрузки; 11 - плазмы крови; 12 - плазмы крови; 13 - аминокислоты.

Факторные веса определялись, как видно из рис. I, только по 20 показателям.

Интерпретация тенденций 1 фактора строилась на принципе преобладания экономизации регулирующих влияний сердечно-сосудистой системы, то есть преобладания у изученных спортсменов адаптационных механизмов трофотропного характера. Об этом свидетельствовали выделенные положительные веса RR , QT , волны T , 11-ОКС после нагрузки, отрицательные веса калия до и после нагрузки, а также снижения свободных аминокислот в покое.

II фактор, не будучи полной противоположностью 1 фактора, большие веса имел в направлении увеличения ЧСС на спортивную и дозированной нагрузки и увеличение концентрации 11-ОКС в плазме крови. Иными словами, тенденция II фактора характеризовала адренергическое направление регуляции сердечной деятельности, мобилизации кортикостероидов. Весовая структура III-У факторов в условиях мышечной деятельности также отвечала тенденциям симпато-адреналовых воздействий.

В общей сложности весовые нагрузки 1 фактора по удельному весу не определяли преобладания экономизирующего направления регуляции функций организма испытуемых. Следовательно, в изучаемой группе спортсменов определялась по преимуществу адренергическая или катехоламиновая направленность регуляции функций, что, по-видимому, отражало имеющееся состояние напряженности, вызванное интенсивной мышечной деятельностью.

Проводилась частная проверка факторной нагрузки на восьми обследованных спортсменах. У четырех из них преобладала суммарная нагрузка от II до У факторов. Это выразилось в большей возбудимости сердечно-сосудистой системы на дозированной и спортивную нагрузки. У этих же лиц отмечалось более выраженное увеличение 11-ОКС и снижение ионов калия в плазме крови. У четырех спортсменов, находившихся в хорошей спортивной форме, была отмечена большая весовая нагрузка 1 фактора. Это выражалось в относительно меньших изменениях интервала RR , QT , волны T на дозированные и спортивные нагрузки, некоторым снижением концентрации 11-ОКС в покое и повышением ее после нагрузок. В этой группе отмечалось понижение концентрации свободных аминокислот после нагрузок.

Л и т е р а т у р а

1. Виру Э.А., Виру А.А. В кн.: "Эндокринные механизмы приспособления организма к мышечной деятельности", I, 180, Тарту, 1969.
2. Виру А.А., Кырге П.К., Вайкмаа М.А., Окс М.С. В кн.: "Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности", 2, 115, Тарту, 1971.
3. Виру А.А., Кырге П.К. В кн.: "Материалы Всесоюзного симпозиума. Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнении спортивных упражнений", 144, Л., 1972.
4. Кырге П.К., Виру А.А. В кн.: "Эндокринные механизмы приспособления организма к мышечной деятельности", I, 150, Тарту, 1969.
5. Колпаков М.Г., Казин Э.М., Блинова Н.Г., Мошкин М.П., Маркель А.Л. В кн.: "Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности", 2, 101, Тарту, 1971.
6. Лебедева З.Н. "Определение аминокислот методом хроматографии на бумаге". Л., 1969.
7. Экке Х.В., Виру А.А. В кн.: "Эндокринные механизмы приспособления организма к мышечной деятельности", I, 162, Тарту, 1969.
8. Яковлев Н.Н. В кн.: "Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности", 2, 5, Тарту, 1971.
9. DeMoore, P., Raskin, M., Steene, O., Ann. Endocrin. 21, 479, 1960.

ТИП ЭОЗИНОФИЛЬНОЙ РЕАКЦИИ И НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ДЫХАНИЯ У СОБАК ПРИ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

А.В. Муравьев

Кафедра физиологии и анатомии человека и животных
/зав. С.С. Полтырев/ Ярославского государственного
педагогического института им. К.Д. Ушинского

У собак, тренирующихся статическими и динамическими нагрузками, проводили пробу Торна и установили степень эозинопении в ответ на физические нагрузки. В результате тренировки реакции кровообращения и дыхания на нагрузку становились более адекватными.

Мышечная деятельность сопровождается изменением функций эндокринных желез. В сложнорефлекторных механизмах приспособления организма к физическим нагрузкам определенная роль принадлежит гормональным факторам. Наибольшее внимание исследователей привлекает изучение изменений функции коры надпочечников во время работы. Это объясняется важной ролью гормонов коры надпочечников в общих, так называемых, неспецифических механизмах приспособления организма к различным нагрузкам.

Нами было проведено исследование ряда показателей состояния кровообращения и дыхания у собак в сопоставлении с типом и характером эозинофильной реакции на максимальные статические /СН/ и динамические /ДН/ нагрузки. Реакция эозинофилов крови избрана нами как простой и демонстративный показатель состояния гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

М е т о д и к а и с с л е д о в а н и я

Опыт проводился на 10 собаках, разделенных на 4 группы. Три собаки, тренировавшиеся СН, составили группу С, две не подвергались воздействию нагрузок и служили контролем /Кс/. Три собаки, тренировавшиеся ДН, составили группу В, другие две служили контролем для этой группы /Кд/. Стремясь приравнять условия применения СН и ДН, мы поступали следующим образом: у собак группы С и Кс определяли величину максимального выдерживаемого груза /МВГ/, брали 80% от МВГ и время удержания этого груза до полного

утомления, считали максимальной нагрузкой для собак этой группы. У собак группы Д и Кд максимальной нагрузкой служило время бега до полного утомления с субмаксимальной скоростью.

В состоянии покоя у собак проводили зоинофилоскопическую пробу Торна. АКТГ вводили внутримышечно в дозе 20 м.е. Затем подсчитывали число эозинофилов в крови до и после максимальных СН и ДН. Одновременно регистрировали изменения поликардиограммы и характера внешнего дыхания.

Следующим этапом исследования было определение изменения количества эозинофилов под влиянием максимальных нагрузок при одновременном введении АКТГ сразу после нагрузки.

Все исследования проводились после 3-х недель тренировки СН и ДН.

Результаты исследования и их обсуждение

У собак группы С после введения АКТГ наблюдали снижение количества эозинофилов через 4 часа на 48-60%. У собак группы Кс отмечали снижение на 36-74%. В группе Д снижение количества эозинофилов после введения АКТГ составляло 51-68%. У собак группы Кд эозинофилы через 4 часа после инъекции АКТГ уменьшались на 54%.

Для того, чтобы получить более выраженную реакцию эозинофилов крови, собакам после максимальной мышечной нагрузки вводили АКТГ в той же дозе, что и ранее. Сразу после нагрузки у животных группы С количество эозинофилов снизилось на 44-55% по сравнению с исходным уровнем до нагрузки. У собак группы Кс это снижение составило 27-53%. Спустя 4 часа после введения АКТГ количество эозинофилов в крови собак группы С уменьшилось на 90-95%, а в группе Кс снизилось на 88% по сравнению с исходным до нагрузки.

После динамической мышечной нагрузки у собак группы Д произошло снижение числа эозинофилов на 19-36%, в контроле снижение на 47-54%. После введения АКТГ через 4 часа в группе Д снижение количества эозинофилов составило 52-70%, а в группе Кд - 50-70%.

У собак группы С после максимальной нагрузки был отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда по В.Л. Карпману /1/ /табл. 1/. Отмечали удлинение фазы изометрического сокращения /фаза 1С/, периода напряжения /период Т/. Период изгнания укорачивался. Собаки группы Кс реагировали на нагрузку более выраженной гиподинамией миокарда /табл. 1/. У собак группы С МОД снижался, потребление кислорода /ПК/ повышалось, коэффициент использования кислорода /КИК/ уве-

личивался у собак группы С /табл. 2/. У контрольных животных изменение дыхания происходило несколько иначе. После нагрузки отмечали меньшее снижение МОД, ПК, КИК /табл.2/. После максимальной нагрузки происходило увеличение средней систолической скорости транспорта кислорода /2/ у собак группы С и снижение ее в группе Кс /табл. 2/, кислородный пульс после нагрузки был увеличен у животных группы С на 6-17% и снижен у группы Кс на 5-13%.

Таблица I

Изменение фазовой структуры систолы

Группы	Показатели	До нагруз- ки	После нагруз- ки	% изменения
С	IC(сек)	0.02	0.03	50
		0.03	0.038	27
	T(сек)	0.0655	0.062	13
		0.07	0.073	4
КС	E(сек)	0.14	0.144	3
		0.20	0.172	-14
	IC(сек)	0.0325	0.04	60
		0.03	0.044	47
Кс	T(сек)	0.0875	0.074	-1.5
		0.082	0.08	-2.5
	E(сек)	0.16	0.16	0
		0.175	0.168	-4
Д	IC(сек)	0.03	0.022	-27
		0.038	0.024	-58
	T(сек)	0.06	0.054	-10
		0.078	0.062	-20
КД	E(сек)	0.15	0.14	-7
		0.17	0.14	-18
	IC(сек)	0.02	0.02	0
		0.032	0.02	-33
	T(сек)	0.06	0.063	5
		0.072	0.063	-13
	E(сек)	0.16	0.14	-13
		0.18	0.12	-33

Условные обозначения:

IC - фаза изометрического сокращения

T - период напряжения

E - период изгнания

Таблица 2

Изменение показателей дыхания

Группы	Показатели	До нагрузки	После нагрузки	% изменения
С	МОД(мл)	10500	6800	-35
		12200	7300	-40
	ПК(мл)	95	90	-7
		140	160	4
	СТК(мл/сек)	5.9	7.5	25
		12.7	14.8	10
КС	МОД(мл)	6480	8410	30
		8950	13300	49
	ПК(мл)	120	120	0
		178	140	-21
	СТК(мл/сек)	7.8	7.7	-1.5
		11.6	8.65	-25
Д	МОД(мл)	5300	19200	64
		11700	31000	490
	ПК(мл)	120	160	33
		153	1740	417
	СТК(мл/сек)	6.7	7.6	13
		12.6	48.0	390
КД	МОД(мл)	7800	14500	86
		13440	49900	271
	ПК(мл)	130	148	14
		175	290	66
	СТК(мл/сек)	7.4	6.7	-10
		11.5	18.7	62

Условные обозначения:

МОД - минутный объем дыхания

ПК - потребление кислорода

СТК - средняя систолическая скорость транспорта кислорода.

На максимальную ДН собаки группы Д реагировали гипердинамией миокарда. После нагрузки отмечалось укорочение 1С, периода Т. Вследствии значительной тахикардии период изгнания /период Е/ укорачивался /табл. 1/. Такая же картина изменения фазовой структуры систолы была отмечена после нагрузки и у собак группы Кд, но сдвиги были менее выраженными. МОД после максимальной нагрузки у собак груп-

пы Д был увеличен по сравнению с исходными. В группе Кд увеличение было меньшим. ПК возрастало после нагрузки, как у собак группы Д, так и группы Кд/табл. 2/. После нагрузки было отмечено увеличение скорости транспорта кислорода /СТК/ у собак группы Д, у собак группы Кд этот показатель увеличивался в меньшей степени /табл. 2/, кислородный пульс у животных, тренировавшихся ДН, увеличивался после нагрузки на 7-130%, у контрольных собак - на 21%.

Итак, при введении АКТГ происходило снижение количества эозинофилов, что свидетельствует о выраженной реакции гипотиз-адреналовой системы /3/. Максимальные СН и ДН вызывали снижение количества эозинофилов, причем в группах С и Кс сдвиги количества эозинофилов после нагрузки были примерно одинаковыми. В группе Д после максимальной нагрузки были отмечены более выраженные изменения количества эозинофилов, чем в группе Кд. Изменения кровообращения и дыхания животных группы С после 3-х недельной тренировки были более адекватными интенсивности нагрузки, о чем свидетельствует менее выраженная гиподинамия миокарда, увеличение ПК после нагрузки, увеличение систолической СТК, увеличение кислородного пульса по сравнению с контролем. На максимальную динамическую нагрузку у животных группы Д, при более выраженной эозинопении, отмечались и более выраженные сдвиги кровообращения и дыхания, чем в контроле.

Л и т е р а т у р а

1. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. "Медицина", М., 1965.
2. Карпман В.Л., Ефимова Е.Д.. В кн.: Основы спортивной медицины. 229, "Медицина", М., 1971.
3. Martin, I.E., Skillen, R.C., Amer. J. Veterin. Res. 15, 489, 1954.

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ НА РАЗВИТИЕ СКОРОСТНОЙ ВЫНОС-
ЛИВОСТИ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО,
ЭЛЕКТРОЛИТНОГО И КОРТИКОСТЕРОИДНОГО ОБМЕНОВ У
ФУТБОЛИСТОВ-МАСТЕРОВ КОМАНДЫ "ЖАЛГИРИС"

А.И. Красайтис, А.Ю. Красайтене, В.И. Зумерис

Вильнюсский государственный педагогический институт,
Н/и институт экспериментальной и клинической меди-
цины Минадрава Литовской ССР.

Повышение содержания молочной кислоты в кро-
ви во время интервальной тренировки сопровождалось у высококвалифицированных футболистов увеличением, а у нетренированных студентов уменьшением содержания пирувата и глюкозы в крови. Отношения Na/K и Mg/Ca в моче снижались, экскреция 17-оксикортикоидов увеличивалась в обоих группах.

В настоящей работе мы исследовали влияние интервальной тренировки на содержание глюкозы, пирувата и молочной кислоты в крови, а также на содержание Na , K , Ca , и Mg в крови и моче и экскрецию 17-оксикортикостероидов /17-ОКС/ и 17-кетостероидов /17-КС/.

М е т о д и к а

Содержание глюкозы в оксалатной цельной крови определяли методом Цериотти, концентрацию пирувата — при помощи салицилового альдегида, а содержание молочной кислоты — методом Менделя. Электролиты Na и K в гепаринированной плазме и эритроцитах, а также в моче определяли методом пламенной фотометрии, а Ca и Mg в плазме и моче — комплексонометрически. Содержание 17-ОКС в моче определяли методом Редди, а 17-КС — методом Йенсена и выражали в мг на 100 мл мочи.

Кровь и мочу для исследования брали перед физической нагрузкой и повторно сразу же после ее.

Исследования проводили у 16 высококвалифицированных футболистов команды "Жалгирис" Литовской ССР, класса "А" СССР и 30 студентов подготовительного отделения, занимающихся физическим воспитанием по 4 часа в неделю.

В качестве физической нагрузки применялся интервальный бег 24 x 100 с интервалом отдыха по 2 мин. До основной нагрузки проводилась разминка продолжительностью — 35 мин.

Результаты исследования

Высококвалифицированные футболисты 100-метровую дистанцию пробежали в среднем за 14,2 сек, а студенты подготовительного отделения – за 17,6 сек. Средняя физическая работоспособность по PWC 170 была 1702 ± 246 кгм/мин у футболистов и 864 ± 176 кгм/мин у студентов.

Исследование крови /показателей углеводного, энергетического обмена/ показало, что исходное содержание глюкозы, а также пирувата было одинаковым, как у высококвалифицированных футболистов, так и у студентов. Однако, содержание молочной кислоты в крови у студентов подготовительного отделения значительно больше, чем у футболистов.

Интервальный бег сопровождался значительным, однако не однонаправленным изменением показателей энергетического обмена. У студентов подготовительного отделения после интервального бега наблюдали некоторое снижение содержания глюкозы $/P < 0,01/$ и пирувата, а также умеренное скопление молочной кислоты в крови $/P < 0,001/$. У высококвалифицированных футболистов после физической нагрузки наблюдали увеличение содержания глюкозы $/P < 0,001/$, а также резкое скопление пирувата $/P < 0,001/$ и молочной кислоты $/P < 0,001/$ в крови. Это, по-видимому, свидетельствует об усиленной мобилизации энергетических ресурсов и интенсификации обменных процессов в ответ на физическую нагрузку, что является признаком тренированности приспособительных механизмов организма.

Исследование электролитного обмена показало, что после интервального бега изменение содержания электролитов Na и K в плазме крови было несущественным как у студентов, так и у высококвалифицированных футболистов. Можно отметить только некоторое скопление ионов Na в плазме крови после интервального бега у студентов $/P < 0,001/$. В эритроцитах мы констатировали некоторое снижение содержания Na $/P < 0,001/$ и K $/P < 0,01/$, а также соотношения $K/Na/P < 0,05/$ у футболистов. Более значительные изменения после интервального бега мы наблюдали в плазме крови в содержании Ca и Mg. Как у студентов подготовительного отделения, так и у футболистов физическая нагрузка сопровождалась значительным скоплением ионов Ca и Mg в плазме крови. Резкое снижение соотношения Ca/Mg после интервального бега указывает на более значительное увеличение Mg в плазме крови.

Таблица 1

Влияние интервальной тренировки на выделение натрия и калия с мочой у футболистов и студентов

Группы	Na мг%		K мг%		Na/K	
	до	после	до	после	до	после
Футболисты	355 \pm 34	271 \pm 13	242 \pm 16	496 \pm 26	1,5 \pm 0,1	0,6 \pm 0,03
Студенты	430 \pm 19	400 \pm 20	162 \pm 7	298 \pm 21	2,7 \pm 0,2	1,5 \pm 0,5

Таблица 2

Влияние интервальной тренировки на выделение кальция и магния с мочой у футболистов и студентов

Группы	Ca мг%		Mg мг%		Mg /Ca	
	до	после	до	после	до	после
Футболисты	10,9 \pm 1,0		29 \pm 2,7	10,7 \pm 1,1	2,8 \pm 0,3	
		17,8 \pm 1,6				0,6 \pm 0,04
Студенты	3,1 \pm 0,3		24 \pm 1,2	9,8 \pm 1,7	9,4 \pm 1,2	
		5,8 \pm 0,4				2,0 \pm 0,4

Как видно из таблицы 1,2, физическая нагрузка сопровождалась значительными изменениями электролитного состава мочи. После интервального бега мы наблюдали резкое снижение выделения с мочой Na и Mg и усиление экскреции K и Ca как у высококвалифицированных футболистов, так и у студентов подготовительного отделения.

Исследование содержания экскреции кортикостероидных метаболитов под влиянием физической нагрузки показало почти одинаковую направленность изменений /таблица 3/.

Однако, у студентов исходные величины кортикостероидных гормонов были несколько ниже, по сравнению с футболистами и сдвиги под влиянием нагрузки были более выраженными.

Таблица 3

Влияние интервальной тренировки на экскрецию
кортикостероидов

Группы	17-ОКС мг%		17-КС мг%	
	до	после	до	после
Футболисты	$0,87 \pm 0,11$	$1,05 \pm 0,16$	$2,05 \pm 0,17$	$1,62 \pm 0,13$
Студенты	$0,61 \pm 0,10$	$0,95 \pm 0,09$	$1,90 \pm 0,21$	$2,10 \pm 0,11$

Таким образом, в тренированном организме физическая нагрузка вызывает более адекватное влияние на обменные процессы и приспособительные реакции.

ВЛИЯНИЕ НАСЫЩЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ВИТАМИНОМ С
НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ
ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

У.К. Канарик и Т.А. Мянд

Сектор биохимии и физиологии животных /зав.И.К. Сибуль/
Институт экспериментальной биологии АН ЭССР

Кратковременное плавание в холодной воде у морских свинок или длительное плавание у мышей вызывало снижение содержания аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках. После предварительного введения аскорбиновой кислоты этих изменений не наблюдалось во время работы.

В литературе имеются неоднократные указания на приемлемость теории общего адаптационного синдрома /15; 16/ при трактовке приспособления организма к физическим нагрузкам /3; 2/. Изучить некоторые показатели функциональной активности коры надпочечников у белых мышей и морских свинок в период интенсивного мышечного напряжения явилось целью настоящей работы. Кроме того, задачей данной работы явилось выявление воздействия больших доз аскорбиновой кислоты на деятельность коры надпочечников в условиях стресс-ситуации.

Известно, что надпочечники являются органами весьма богатыми аскорбиновой кислотой. Это обстоятельство и послужило основой для изучения функциональной активности коры надпочечников в зависимости от состояния С-витаминного баланса в организме животных при большом мышечном напряжении. Длительные и высокоинтенсивные нагрузки несомненно приводят к утомлению организма, что не может не отражаться на деятельности коры надпочечников. В связи с этим нас заинтересовал вопрос, в какой степени дополнительное введение аскорбиновой кислоты позволяет компенсировать развивающееся во время мышечной работы С-витаминное голодание организма. Сообщений как в отечественной, так и в зарубежной литературе, посвященных данному вопросу, удалось нам найти мало /1; 4; 5/. В синтезе кортикоидов в надпочечниках определенную роль играют холестерин и аскорбиновая кисло-

та /11; 7; 8/. Поэтому при интенсивном синтезировании кортикоидов в надпочечниках уменьшается содержание холестерина и аскорбиновой кислоты.

Методика исследования

Для исследования функционального состояния коры надпочечников мы использовали комплекс тестов: содержание эозинофилов в крови определяли по методу Дунгера /10/; содержание аскорбиновой кислоты определяли в надпочечниках методом Роэ /14/; содержание липидов определяли в замороженных срезах, которые фиксировали 10-процентным формалином /9/ или определяли содержание холестерина по методу Илла /12/. Дополнительное введение аскорбиновой кислоты мы производили один раз в день в течение трех дней до опыта — белым мышам по 50 мг и морским свинкам по 300 мг на голову.

Опыты были проведены на 30 морских свинок-самцах и на 120 белых мышах-самцах. Морские свинки, вес тела которых составлял 400–500 г., были разделены на 3 группы: две опытных и одну контрольную группу. Животных первой опытной группы подвергали физической нагрузке в виде плавания до отказа /до опускания под воду/. Температура воды была равна 15°С. Животные второй группы совершали также плавание до отказа, но им вводили подкожно аскорбиновую кислоту /300 мг на голову/ в течение трех дней до опыта. После плавания животных быстро вытирали и декапитуировали. Вслед за этим удаляли надпочечники и определяли содержание аскорбиновой кислоты и холестерина в них. Определяли и содержание эозинофилов в крови.

Белые мыши, вес тела которых составляли 18–20 г., были разделены на 7 групп: 6 опытных и одна контрольная группа. Животные первой группы плавали 30 минут, второй группы 3 часа и третьей группы 5 часов. Температура воды была равна 30°С. Животные четвертой, пятой и шестой группы плавали соответственно также 30 минут, 3 и 5 часов, но им вводили предварительно подкожно 50 мг аскорбиновой кислоты на одну голову в течение трех дней до начала опыта.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнение результатов первой опытной группы морских свинок с данными контрольной группы показало, что плавание до отказа обуславливает у морских свинок существенное уменьшение содержания аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках /табл. 1/. Число эозинофилов в крови уменьшилось на 57,8%.

При введении животным второй опытной группы аскорбиновой кислоты плавание до отказа значительно не понижало содержания аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках. В содержании в крови эозинофилов выявилась тенденция к повышению, но эти сдвиги не оказались досто-

Таблица 1

Влияние плавания до отказа на содержание эозинофилов, холестерина и аскорбиновой кислоты у морских свинок

	эозинофилы /в 1 мм ³ крови/	холестерин /в мг%/	аскорбиновая кислота /в мг%/
Контрольная группа	1432 ± 86	214 ± 11	315 ± 62
I опытная группа	817 ± 108	123 ± 26	133 ± 15
II опытная группа	1617 ± 127	231 ± 31	276 ± 33

верными. Таким образом, с созданием дополнительного резерва аскорбиновой кислоты в организме, можно увеличить сопротивляемость животных.

При воздействии низкой температурой на организм очень быстро возникали изменения в крови. У морских свинок наблюдалось увеличение содержания лейкоцитов на 24,4% при плавании в холодной воде до отказа.

Об уменьшении состояния напряжения у морских свинок, которым предварительно вводили аскорбиновую кислоту, свидетельствовало увеличение содержания в крови эозинофилов, увеличение холестерина и аскорбиновой кислоты в надпочечниках. Следовательно, аскорбиновая кислота предотвратила наступление эозинопении при напряжении. Полученные результаты подтверждают высказанное ранее мнение о том, что проявление стресс-синдрома может свидетельствовать об активации функциональной деятельности эндокринной системы в условиях недостаточной обеспеченности организма аскорбиновой кислотой /4/.

Под влиянием 30-минутного плавания наблюдалось у мышей существенное понижение содержания аскорбиновой кислоты и липидов в надпочечниках. Уменьшалось и число эозинофилов в крови. После 3-часового плавания содержание аскорбиновой кислоты понижалось уже на 52,6% /табл. 2./.

Таблица 2

Влияние плавания на содержание эозинофилов в крови и на содержание липидов и аскорбиновой кислоты в надпочечниках у взрослых белых мышей

	Число живот- ных	Липиды	эозинофилы /в 1 мм ³ /	Аскорбиновая кислота /в мг%/
Контроль	18	++++	128 ± 9	268 ± 17
Плавание				
30 мин.	17	++	62 ± 11	174 ± 18
То же + ас- корбиновая кислота	17	++++	122 ± 13	296 ± 15
Плавание				
3 часа	17	++	40 ± 17	127 ± 22
То же + ас- корбиновая кислота	17	+++	93 ± 21	374 ± 16
Плавание 5 часов	14	+	28 ± 24	158 ± 13
То же + ас- корбиновая кислота	17	+++	91 ± 27	361 ± 13

По данным Виру /2/ трехкратное плавание по 5 минут обуславливает у морских свинок существенное повышение содержания кортизола в надпочечниках. Нами полученные результаты подтверждают, что физические нагрузки усиливают адренокортикальную активность.

У подопытных мышей средний вес надпочечников составлял через 3 часа 138 ± 8 , а через 5 часов - $152 \pm 3\%$ по сравнению с весом контрольных. Это значит, что осуществлялась значительная гипертрофия надпочечников. В гипертрофированных надпочечниках одновременно снижалось содержание аскорбиновой кислоты. Введение экзогенной аскорбиновой кислоты существенно влияло на степень увеличения веса надпочечников и наблюдалось значительное торможение гипертрофии. У

насыщенных аскорбиновой кислотой мышей ярких, характерных для стрессовых состояний изменений в содержании аскорбиновой кислоты и липидов в надпочечниках не наблюдалось. Степень эозинопении была незначительной. Вероятно, что аскорбиновая кислота воздействует на синтетические процессы в организме. Она влияет на ферментативные процессы и на окислительно-восстановительные реакции во всем организме, в том числе и в коре надпочечников /6; 13/. Аскорбиновая кислота способствует или биосинтезу стероидных гормонов в надпочечниках или более рациональному использованию этих гормонов в тканях.

В ы в о д ы

1. Высокая насыщенность организма витамином С оказывает сильное влияние на уровень развития эндокринного стресс-синдрома, а именно явно препятствует его развитию.

2. Кратковременное плавание в холодной воде вызывает у морских свинок снижение содержания аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках. Также снижается содержание эозинофилов в крови.

3. Предварительное введение морским свинкам аскорбиновой кислоты резко изменяет реакцию животных на напряжение: число эозинофилов в крови и содержание аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках остаются в пределах нормы.

4. Длительное плавание вызывает у мышей снижение содержания аскорбиновой кислоты и холестерина в надпочечниках и эозинофилов в крови. При введении мышам больших доз витамина С вышеуказанные изменения не наблюдаются или оказываются незначительными.

Л и т е р а т у р а

1. Баранов Н.Н., Некоторые показатели функционального состояния коры надпочечников у спортсменов во время соревнований в зависимости от насыщенности организма аскорбиновой кислотой. Автореф. дисс. канд. Смоленск, 1969.
2. Виру А.А., Функциональная активность коры надпочечников при физических нагрузках. Автореф. дисс. докт., Тарту, 1970.
3. Зимкин Н.В., В кн.: "Цивилизация, спорт, сердце", М., 1968.

4. Канарик У.К., О влиянии периодического охлаждения щип-
лят на функциональное состояние коры над-
почечников и щитовидной железы на раннем
этапе онтогенеза. Автореф. дисс.канд.
Тарту, 1964.
5. Канарик У.К., В кн.: Некоторые вопросы гомеостаза в хи-
рургии, 83, Таллин, 1971.
6. Лахно Е.В., IV Всес.коф. по витаминам. Тезисы докла-
дов, 1957.
7. Мержинский М.Ф., Механизмы действия и биологическая
роль витаминов. Минск, 1959.
8. Родина А.И., Биосинтез стероидных гормонов коры над-
почечников в условиях недостаточности ви-
тамина С. Автореф. дисс. канд. 1957.
9. Ромейс Б., Микроскопическая техника, 245, ИИЛ, М,
1958.
10. Тодоров И., Клинические лабораторные исследования в
педиатрии. София, 1966.
11. Hughes C.D., Swenson M.J., Underbjerg G.K.L., Hughes
J.S., Science, 116, 252, 1952.
12. Ilca S., Z. ges. inn. Med. 17, 83, 1962.
13. Kersten H., Kersten W., Staudinger, H.J., Biochem.Z.,
328, 24, 1956.
14. Roe J.H., In: Glick D., Methods of Biochemical Analysis
1, 118, 1954.
15. Selye H., Nature, 138, 32, 1936.
16. Selye H., The physiology and pathology of exposure to
stress. Acta Inc. Med. Publ. Montreal, 1950

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ
ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ В УСЛОВИЯХ ГИПЕРБАРИИ ВОЗДУШНОЙ
И ВОДНОЙ СРЕДЫ

В.С. Фарфель, Г.И. Куренков, Н.М. Турубинер

Научно-исследовательский институт гигиены водного
транспорта МЗ СССР /дир. Е.П. Сергеев / Москва

Изучалось выведение кортикостероидов /17-КС и 17-ОКС/ у людей в условиях гипербарии и водной среды до и после большой физической нагрузки. Пребывание в условиях гипербарии воздуха и водной среды приводило к значительному увеличению экскреции кортикостероидов, т.е. оказывало выраженный стрессорный эффект. Большая физическая нагрузка в условиях высокого давления вызвала у малотренированных лиц более выраженное и длительное снижение экскреции 17-КС, чем при нормальном атмосферном давлении.

Развитие исследований, связанных с освоением континентального шельфа, а также расширение производственной деятельности в условиях повышенного атмосферного давления /работа водолазов, акванавтов, в кессонах и барокамерах/ выдвигают необходимость изучения возможностей человека к деятельности при воздействии этих экстремальных факторов.

Данных о влиянии физической работы на функцию коры надпочечников при повышенном атмосферном давлении /гипербария/ в доступной литературе нам обнаружить не удалось. Известно весьма ограниченное количество опубликованных данных об изменении функции коры надпочечников при гипербарии без физической работы, трудно сопоставимых между собой из-за больших различий как в объектах и методах исследования, так и в характере применявшихся воздействий. Так, было обнаружено повышение экскреции 17-КС у водолазов-профессионалов при однократном пребывании в камере в течение 1 часа в покое под давлением воздуха в 2 абсолютных атмосферы - 2 ата /2/, а также у морских свинок за первый и второй часы пребывания под давлением воздуха 1,5-2,5 ата /16/. При исследовании двух обитателей подводной лабора-

тории Прекоонтинент-1 выявлено, что в первые дни пребывания на глубине 13 м наблюдалось умеренное понижение экскреции 17-КС и значительное снижение выведения 17-ОКС/17/. У трех испытуемых, находившихся 12 дней под давлением 7 ата в сухой барокамере, экскреция 17-КС была вначале повышенной, а с 3-го дня и до конца - значительно сниженной; экскреция 17-ОКС не изменялась /18/.

В настоящем исследовании была поставлена задача изучить состояние функции коры надпочечных желез по экскреции с мочой 17-КС и 17-ОКС /14,15/ под влиянием физической нагрузки в условиях кратковременной /1 час/ и длительной /7 суток/ экспозиции в сухой барокамере под повышенным до 5 ата давлением воздуха или азотно-кислородной среды соответственно, а также у профессионалов-водолазов со стажем работы 6-15 лет при пребывании и незначительных передвижениях по грунту на глубине около 60 м в течение 14-15 минут с последующей 45 мин декомпрессией.

М е т о д и к а

Испытуемыми в барокамере являлись 10 практически здоровых мужчин в возрасте 26-35 лет, имеющие права водолазов-совместителей. Работа на велоэргометре производилась со стандартной нагрузкой 900 ктм/мин до отказа /9-16 мин/. Материал обработан статистическим методом Стьюдента; даны величины М \pm и Р.

Исследование экскреции кортикостероидов производилось в отдельных порциях мочи, собираемых 3-4 раза с интервалом 2-3 часа. Фоном служили данные, полученные у тех же испытуемых в течение обычного трудового дня в лаборатории /без физической нагрузки/, у водолазов - работа на палубе. В опытах с физической работой моча собиралась до нее /проба I - исходная/, сразу по ее окончании /проба II/, через I; 5-2 часа после прекращения работы /проба III/ и, по возможности, еще через такой же промежуток времени /проба IV/. Для сопоставимости результатов производился пересчет экскреции в каждой пробе на единицу времени - I час. Результаты, полученные на каждом испытуемом сравнивались как с данными пробы до работы, так и с соответствующими пробами, полученными в фоновых опытах. Принимая во внимание различие энергетической стоимости O₂-запроса стандартной физической работы в условиях нормального и повышенного давления /8/ в данных исследованиях оценивались показатели O₂-запроса, O₂-потребления и O₂-долга методом газовой хроматографии.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Проведенные исследования показали, что в фоновых опытах экскреция 17-КС лишь у отдельных лиц увеличивалась

или уменьшалась на 23-39%, в среднем же она практически не изменялась по отношению к исходному в этот день уровню с колебаниями от -0,2 до + 2,5% /603,3 \pm 45,9 до 583,0 \pm 49,5 мкг/час/^{х/} в течение дня. Изменения в выведении 17-ОКС в течение дня характеризовалось снижением на 18,8 \pm 5,8 - 23,3 \pm 6,3% /с 271,5 \pm 42,5 до 187,5 \pm 24,5 мкг/час/. Лишь у одного испытуемого из 10 отмечалось постепенное увеличение экскреции.

При исследовании влияния часовой экспозиции в условиях повышенного до 5 ата давления воздуха в покое установлено, что у всех испытуемых экскреция как 17-КС, так и 17-ОКС в период компрессии была значительно увеличена по сравнению с исходной величиной - в среднем на 55,0 \pm 7,6% /от 31 до 77%/ и на 82,2 \pm 23,3% /от 22 до 157%/ соответственно. У большинства испытуемых увеличение сохранялось также после декомпрессии.

При выполнении работы на велоэргометре в условиях нормального атмосферного давления выведение 17-КС у 7 испытуемых из 8 снижалось по сравнению с исходной пробой, причем у 5 из них как за период работы, так и после нее на 16-69%. В среднем имело место снижение на 24,7 \pm 7,4% за период ближайший после окончания работы, что статистически значимо отличается от изменений в фоновых опытах / $P < 0,05$ /. Выведение 17-ОКС у большинства испытуемых после окончания работы снижалось также более значительно, чем в фоновых опытах - в среднем на 50,0 \pm 3,9% при 19,4 \pm 7,8% в фоне / $P < 0,05$ /. Только у 2-х из 8 испытуемых изменений при физической нагрузке практически не было.

Аналогичные опыты, проведенные в барокамере при давлении воздуха 5 ата в течение 1 часа показали, что экскреция 17-КС у 6 из 7 испытуемых была снижена на 36-72%, причем у большинства - 5 человек - начиная с пробы, собранной за время работы. Тенденция к уменьшению этой реакции к концу наблюдения отмечалась лишь в 2-х случаях. В 2-х случаях ему предшествовало небольшое увеличение экскреции. В среднем, уменьшение выведения кетостероидов составляло в

^{х/}Здесь и далее абсолютные величины экскреции кортикостероидов приведены для ориентации. Анализируются же изменения по отношению к исходной в процентах.

пробах П-Щ-1У последовательно $35,1 \pm 11,9$ - $38,2 \pm 11,8$ - $41,8 \pm 12,9\%$, что значительно отличается от фоновых опытов, а в последний период и от данных при физической нагрузке в условиях 1 ата / $P < 0,001$ /. Что касается экскреции 17-ОКС, то она была снижена также у всех испытуемых, но существенно больше, чем при нормальном атмосферном давлении - лишь у 2-х. Направленность изменений в выведении 17-КС и 17-ОКС чаще всего совпадала, но у отдельных лиц она была разной.

Необходимо подчеркнуть, что изменения, обнаруженные при работе в условиях повышенного давления происходили на фоне значительного увеличения выведения указанных стероидов /опыты в покое/. Таким образом, снижение, очевидно, происходило с более высокого уровня, чем при работе в условиях 1 ата и, следовательно, было еще более значительным.

Общий кислородный запрос при выполнении указанной физической работы в условиях гипербарии был повышен в среднем на 67% /с $22,75 \pm 1,25$ л O_2 при 1 ата до $37,96 \pm 3,24$ л при 5 ата/. Аэробный обмен возрос на $51,1\%$ /с $18,6 \pm 0,97$ до $28,12 \pm 1,67$ л O_2 / и анаэробный - на $137,7\%$ /с $4,15 \pm 0,91$ до $9,86 \pm 1,87$ л O_2 /. Время ликвидации кислородного долга при 5 ата было также увеличено.

Аналогичные исследования были проведены на части этих же испытуемых в условиях многосуточного пребывания под давлением 5 ата азотно-кислородной среды с парциальным давлением кислорода 340-370 мм рт.ст. Было поставлено 7 опытов на 5 испытуемых на 3-6 сутки компрессии. Работа осуществлялась до частоты пульса 180-210 ударов в минуту.

Экскреция 17-КС снижалась в 5 случаях из 7 на $14-61\%$ /в среднем на $34,0 \pm 18,0\%$ / в пробе, взятой за период работы, а в следующей пробе ее практически не было / $5,7 \pm 8,2$ /. У одного испытуемого отмечалось значительное увеличение экскреции 17-КС - на 54 и 112% в пробах П и Ш соответственно. Выведение 17-ОКС было снижено в среднем на $21,1 \pm 6,8\%$ и $26,1 \pm 10,5\%$ и у одного она была увеличена на 130 и 100% .

Приведенные результаты статистически не отличаются от данных фоновых опытов, но в пробе после работы снижение оказывается значительно меньшим, чем в условиях кратковременной экспозиции при 5 ата воздуха / $P < 0,02$ /.

Соотношение факторов, составляющих кислородный запрос при физической работе в этих условиях сохраняется примерно таким же, как и при кратковременной экспозиции.

Исследования на 7 водолазах-профессионалах показывали, что в течение дня их работы на палубе без значительных физических нагрузок /фон/ экскреция 17-КС снижалась в среднем в пробе II с $627,0 \pm 29,4$ мкг/час до $484,0 \pm 42,0$ мкг/час, т.е. на $22,8 \pm 4,0\%$, а в пробе III на $15,3 \pm 5,6\%$ по отношению к исходной /с $627,0 \pm 29,4$ мкг/час до $520,0 \pm 23,6$ мкг/час/. Выведение 17-ОКС в течение дня практически не менялось, колеблясь на уровне $389,0 \pm 47,0 - 406,0 \pm 54,5$ мкг/час.

В пробах, взятых через несколько минут после выхода водолаза на поверхность /проба II/, выявилось, что экскреция 17-КС у 5 из 7 человек была повышена по сравнению с исходной пробой на $59-178\%$ /среднее $111,0 \pm 33,0\%$, а в следующей пробе на $74-192\%$ /в среднем $136,2 \pm 22,2\%$ /. Из остальных 2-х испытуемых, у одного имело место уменьшение выведения на 31 и 62% /при снижении в фоне на 32 и 9% /, а у другого изменений практически не было. Выведение 17-ОКС было повышено у всех водолазов сразу после выхода на поверхность на $138,7 \pm 41,7\%$ и через $1-1,5$ часа оно сохранилось высоким /в среднем $119,6 \pm 40,0\%$ у 5 из 7, а у двух незначительно снизилось по сравнению с исходной пробой. Эти данные значительно отличаются от данных фоновых опытов / $P < 0,01$ /.

Уровень потребления кислорода у водолазов-профессионалов составлял в среднем $1,96$ л в мин., что соответствует уровню расходования энергии $9,8$ ккал в мин. и может быть охарактеризовано, как выполнение физической работы средней тяжести.

Обсуждение результатов

Проведенные исследования показали, что при часовой экспозиции в покое в условиях гипербарии воздушной среды /сухая барокамера/ значительно увеличивается экскреция кортикостероидов с мочой, что свидетельствует о повышении активности коры надпочечников и, следовательно, о выраженном стрессовом эффекте. Выполнение водолазами кратковременной физической нагрузки, характеризующейся по уровню расхода энергии, как работа средней тяжести, также сопровождалось значительным усилением функциональной активности

коры надпочечников. Такая реакция наблюдалась несмотря на многолетнее, часто повторяющееся /водолазы/ воздействие, на основании чего можно думать, что к этим факторам привыкание не вырабатывается. На отсутствие заметных проявлений физиологической адаптации или ее ограниченность и несовершенство к таким необычным в эволюции человека факторам, как перепады давления и температуры среды, гипероксия, значительное ограничение двигательной активности, некоторые эмоциональные воздействия и др. указывает ряд авторов /6,7,9,10,13 и др./. Постоянное или частое напряжение механизмов адаптации может со временем неблагоприятно сказаться на работоспособности и состоянии здоровья человека, что необходимо учитывать, принимая во внимание резкое увеличение количества людей, профессионально связанных с экстремальными воздействиями на организм.

При исследованиях с большой физической нагрузкой на мало тренированных людях нами установлено снижение экскреции кортикостероидов как в условиях нормального, так и особенно повышенного до 5 ата давления воздуха при часовой экспозиции. Это может быть связано со значительным увеличением энергетической стоимости данной физической работы в условиях гипербарии, о чем свидетельствуют приведенные данные изучения факторной структуры кислородного запаса и сопутствующие этому повышение pCO_2 и снижение РН крови. Таким образом, под влиянием повышенного давления и факторов с ним связанных, обеспечение стандартной работы переходит на более высокий энергетический уровень, что требует большего напряжения механизмов регуляции как анаэробного, так и аэробного обмена.

Обнаруженное уменьшение реакции со стороны надпочечников при работе одинаковой энергетической стоимости в условиях многосуточной гипербарии азотно-кислородной среды можно было бы расценить, как результат адаптации к этим условиям. Однако, порционные исследования суточной экскреции кортикостероидов, показали /12/, что со второй половины экспозиции снижалось общее выделение их, главным образом, адрогенов, иногда более, чем вдвое /в среднем с 15,1 до 9,5-7,4 мг/24 часа/. Это видно и по экскреции их с утренней порцией мочи, т.е. взятой до работы, когда имело место снижение 17-КС на 34,3%, а 17-ОКС на 35,4% по отношению к аналогичным пробам, взятым у этих же испытуемых при нормаль-

ном атмосферном давлении. Нарушался также суточный ритм выведения кортикостероидов при сохранении режима жизни.

Это свидетельствует, по-видимому, о большом напряжении механизмов адаптации, на фоне которого реакция на дополнительные воздействия может ослабляться. Кроме того, по данным авторов, принимавших участие в настоящем многосуточном эксперименте, установлены неадекватные изменения реакции сердечно-сосудистой, нервно-мышечной и др. систем при физической работе /1,5,11 и др./.

На основании сказанного можно предположить, что наблюдаемое уменьшение реакции со стороны коры надпочечников не является свидетельством адаптации к физической работе в условиях гипербарии, а снижение ее активности является отражением развивающегося утомления при выполнении тяжелой работы до отказа и проявлением приспособительно-защитной реакции организма, на что указывают и другие авторы при иных воздействиях /3,4 и др./.

В ы в о д ы

1. Кратковременная экспозиция в условиях повышенного давления воздуха в сухой барокамере до 5 ата сопровождается значительным повышением экскреции 17-КС и 17-ОКС с мочой.

2. Выполнение кратковременной работы средней тяжести водолазами на глубине 60 м вызывает резкое увеличение экскреции кортикостероидов, несмотря на большой стаж работы и частоту погружений.

3. Тяжелая физическая работа до утомления сопровождается снижением экскреции главным образом 17-КС, как при нормальном атмосферном давлении, так и еще более выраженным и длительным при 5 ата.

Л и т е р а т у р а

1. Ардашникова Л.И. Печатается в сборнике работ Лаборатории физиологии и гигиены труда под водой НИИГВТ.
2. Винничук Н.Н., Щеголев В.С. В кн.: Материалы итог. науч. конф. слушат. Воен-мед. акад. им. С.М. Кирова. Л., I, 68, 1965.
3. Вшру А.А. В кн.: Эндокрин. механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. I, 24, Тарту, 1969.

4. Виру А.А. Функциональная активность коры надпочечников при физической нагрузке. Автореф. дисс. Тарту. 1970.
5. Евстропова Г.Н. Печатается в сборнике работ Лаборатории физиологии и гигиены труда под водой НИИГВТ.
6. Жиронкин А.Г. Кислород. Физиологическое и токсическое действие. Л., 1972.
7. Кротов В.П. Космич.биол. и мед. 2, 66.1972.
8. Куреников Г.И., Яхонтов Б.О. Физиол. журн. СССР, 57, 1813, 1971.
9. Леви Л. В кн.: Эмоциональный стресс. 88, Л., 1970.
10. Плисов Б.А. Роль гормонов коры надпочечников в процессе адаптации организма моряков к плаванию в тропиках. Автореф. дисс. Одесса, 1972.
11. Сыровегин А.В. Печатается в сборнике работ лаборатории физиол. и гигиены труда под водой НИИГВТ.
12. Турубинер Н.М. Там же.
13. Фельдман А.А. В кн.: Проблемы космической медицины. 373. М., 1966.
14. Юлаев Н.А., Крехова М.А. Проблемы эндокрин., 4, 163, 1963.
15. Drester J. J. Clin. Endocr., 55, 1952.
16. Frada G. Med. dello sport 4, 1, 49, 1964.
17. Frustus X., Chouteau I. L'operation Pre-Continent-1. Aspects physiol. de la vie sous pression. Oceanographique de Monaco. 15/4, 1974.
18. Schafer K.E. Überleben auf See: 2 Marinenmed. Wissenschaftliches sump. in Kiel /5, 113, 1968.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ СОРЕВ-
НОВАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ У ДЕСЯТИБОРЦЕВ.

Т.К.Сави, А.А.Виру

Кафедра физиологии спорта (зав. А.А.Виру) и проблемная
научно-исследовательская лаборатория по основам мышеч-
ной деятельности Тартуского государственного универси-
тета.

Изучались функциональные сдвиги в дея-
тельности коры надпочечников во время истин-
ной соревновательной нагрузки (международные
и всесоюзные соревнования по десятиборью) у
23 высококвалифицированных десятиборцев 17-29
лет. Обнаружены фазовые изменения функциональ-
ной активности коры надпочечников, позволяю-
щие определить три характерных типа в измене-
ниях 17-оксикортикоидов до и во время сорев-
нования. I тип характеризуется предстартовым
повышением и дальнейшим снижением экскре-
ции 17-оксикортикоидов. II тип является про-
тивоположным первому: в предстартовом периоде
экскреция 17-оксикортикоидов значительно па-
дает, а во время соревнований в дальнейшем
или же не изменяется или повышается. III тип
является промежуточным, где уровень экскреции
17-оксикортикоидов колеблется в пределах +30%
на протяжении предстартового и соревнователь-
ного периода.

По средней величине достигнутых резуль-
татов самыми успешными были достижения предс-
тавителей первого типа - средняя сумма очков по
десяти видам - 7490, I+100, I.

Во время больших международных и всесоюзных соревно-
ваний по десятиборью участникам приходится в течение
двух дней находиться по 15-20 часов в напряженной сорев-
новательной обстановке.

Все это вызывает большое напряжение многочисленных
функций организма, в том числе и в приспособительных реак-
циях гипофизарно-адреналокортикальной системы.

Степень усиления адреналокортикальной активности - за-
висит в значительной мере от отношения между величиной
совершаемой физической нагрузки и степенью физической под-

готовленности исследуемого [8,11,14,16]. Однако во многих исследованиях показана связь между длительной мышечной работой с фазовыми изменениями функциональной активности коры надпочечников [2,7,10,12,13]

Исходя из вышеуказанного, целью данного исследования было выяснить, в какой мере физическая и психическая нагрузка в соревновательной ситуации отражается в изменении функциональной активности надпочечников десятиборцев международного класса.

М е т о д и к а

Исследуемыми были члены сборных команд СССР и ЭССР по десятиборью. Наблюдения проводились на международных встречах ГДР-СССР в 26-29 июля 1970 года в Таллине /4 человека/, Швеция-СССР в 19-20 июня 1971 года в Таллине /8 человек/, отборочном соревновании кандидатов в сборную СССР для международной встречи с ФРГ 8-9 мая 1972 года в Кярику /8 человек/ и на матче высших учебных заведений Прибалтийских республик 19-20 сентября 1970 года /3 человека/.

Итого изучалось 23 десятиборца в возрасте 17-29 лет, из них 4 мастера спорта международного класса, 17 мастеров спорта и 2 кандидата в мастера спорта. Все исследуемые прошли медосмотр и были практически здоровыми.

Деятельность коры надпочечников изучалась по изменениям выделения с мочой 17-оксикортикоидов и 17-кетостероидов. Мочу собирали непрерывно, начиная за день до соревнования и кончая вечером второго дня соревнования.

В каждой порции мочи определяли общее количество 17-оксикортикоидов /9/, неконъюгированные 17-оксикортикоиды /15/ и 17-кетостероиды /6/.

Экскрецию кортикоидов выражали в микрограммах в час /Мкг/час/.

Исходя из результатов заранее проведенного исследования /4/, чтобы элиминировать влияние случайных факторов на суточную ритмику, приняты достоверными сдвиги в экскреции 17-оксикортикоидов, превышающие $\pm 30\%$ в отношении показателей предыдущей пробы мочи.

Существенным изменением в экскреции неконъюгированных форм 17-оксикортикоидов мы считали однопроцентную разницу. Значительным изменением коэффициента

$$\frac{17\text{-кетостероиды}}{17\text{-оксикортикоиды}}$$

взяли повышение или понижение отношения на ± 1 .

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я и и х о б с у ж д е н и е.

Графическое изображение динамики экскреции кортикоидов в предстартовом и соревновательном периодах позволило нам определить три типа изменений.

I тип характеризуется выраженным повышением экскре-

ции I7-оксикортикоидов в пробе мочи, собранного в предстартовом периоде и в начале периода соревнования. Во время соревнований экскреция I7-оксикортикоидов имела тенденцию понижаться, но внутри типа это произошло двояко:

Подгруппа А, где экскреция I7-оксикортикоидов понижалась постепенно, а в конце соревнования было характерно повышение экскреции (рис.1).

Подгруппа Б, где экскреция I7-оксикортикоидов сразу в начале соревнования резко понижалась, а в конце соревнования повышалось (рис.2).

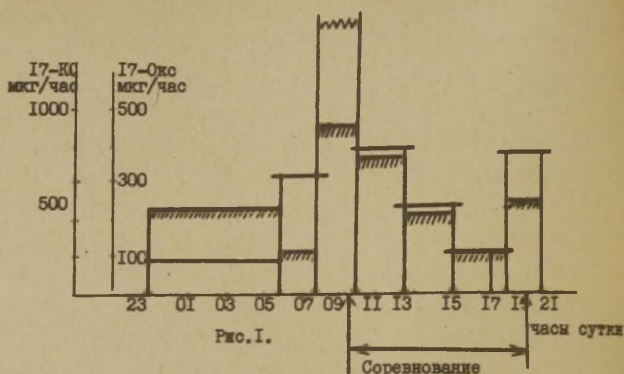
На основе динамики экскреции I7-оксикортикоидов первого дня соревнования, к этому типу принадлежало 9 исследуемых, по динамике второго дня - 3. Один спортсмен сохранил первый тип экскреции I7-оксикортикоидов и на второй день соревнования. Остальные исследуемые перешли на второй день соревнования в III тип.

II тип характеризуется уменьшением экскреции I7-оксикортикоидов в пробе мочи, собранные перед началом и в начале соревнования. В дальнейшем во время соревнования экскреция I7-оксикортикоидов или же не изменялось, или повышалось (рис.3). По динамике экскреции I7-оксикортикоидов первого дня во II тип входило 5 исследуемых, из них у одного участника соблюдалась характерная динамика на второй день соревнований. По динамике экскреции кортикоидов второго дня добавились еще 2 участника, соответственно переходящие из I и III типа.

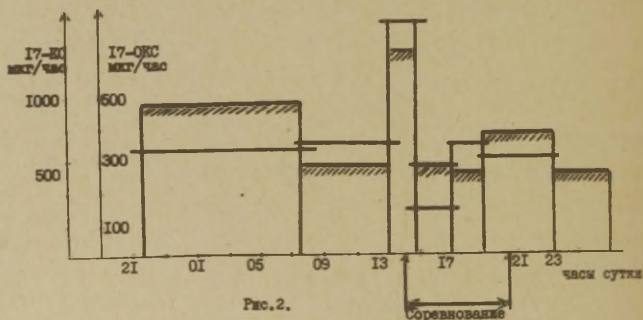
III тип характеризуется с небольшими колебаниями в экскреции I7-оксикортикоидов, которые во время предстартового и соревновательного периодов не превышают $\pm 30\%$ от величины в экскреции I7-оксикортикоидов предыдущей пробы мочи.

По динамике экскреции I7-оксикортикоидов первого дня соревнования в III тип входили 9 исследуемых, а по динамике второго дня - II. 5 спортсменов сохранили III тип в оба дня соревнований.

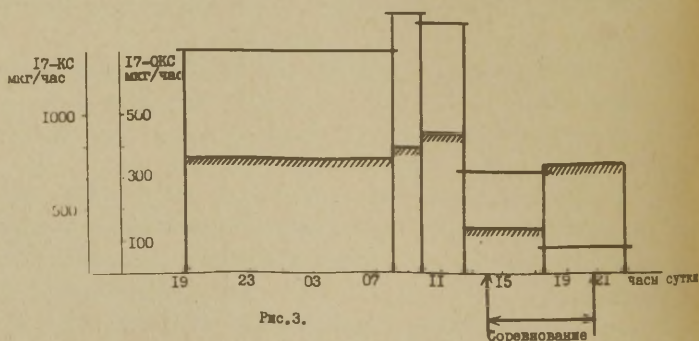
Если сопоставлять спортивные результаты, достигнутые при выявлении различных типов изменений экскреции I7-оксикортикоидов, то самыми успешными оказались спортсмены, характеризующиеся первым типом изменений (табл.1.). Различие по сравнению со вторым типом статистически значимое ($P < 0,05$).



I - тип, подгруппа А со ступенчатым понижением экскреции I7-оксикортикоидов во время соревнования. Заштрихованные столбики экскреции I7-оксикортикоидов (мкг/час), другие столбики - экскреция I7-кетостероидов (мкг/час).



I тип, подгруппа Б. Экскреция I7-оксикортикоидов резко понижается. Обозначения см. рис. 1.



II тип - экскреция I7-оксикортикоидов падает в пробе мочи, собранной перед началом соревнования и в начале соревнования. Обозначения см. рис. 1.

Таблица I

Спортивный результат десятиборья при выявлении различных типов изменений экскреции I7-оксикортикоидов

Тип	Сумма очков ($M \pm m$)
I	7490 \pm 100
II	6966 \pm 183
III	7237 \pm 106

Однако, несмотря на общую успешность спортсменов при проявлении первого типа, то в тех случаях, когда экскреция I7-оксикортикоидов падала во время соревнования особо значительно (на 72-82 % от предстартового уровня), то этому сопутствовало неудачное выступление или даже "спортсмен сошел с дорожки" (рис.5),

В конце соревнований, как правило, появилось новое повышение в экскреции I7-оксикортикоидов. В десятиборье оба дня заканчиваются беговыми дистанциями на 400 и 1500 метров, которые требуют большого волевого и физического напряжения на фоне общего утомления. Очевидно, при этом новый стрессовый фактор настолько сильный, что вызывает новое усиление адренокортикальной активности. Полученные данные можно сопоставить с результатами опытов на животных и наблюдений у спортсменов, которые показали, что после длительной нагрузки при выраженном угнетении деятельности коры надпочечников, инъекция АКГГ вызвала новую активизацию функции коры надпочечников /I, I7/.

При втором типе в экскреции I7-оксикортикоидов несколько раз удалось отметить во время соревнований повышение экскреции суммарных I7-оксикортикоидов с одновременным понижением процента свободных форм. Этому сопутствовало удачное выступление в последних видах многоборья. Хотя II тип в экскреции I7-оксикортикоидов оказался самым низким по среднему результату, представители этого типа добились даже личных рекордов, особенно участники с низким спортивным результатом и молодые спортсмены. Надо думать, что функциональные возможности этих участников обещали более высокие результаты в сумме многоборья, но большое эмоциональное напряжение международных встреч

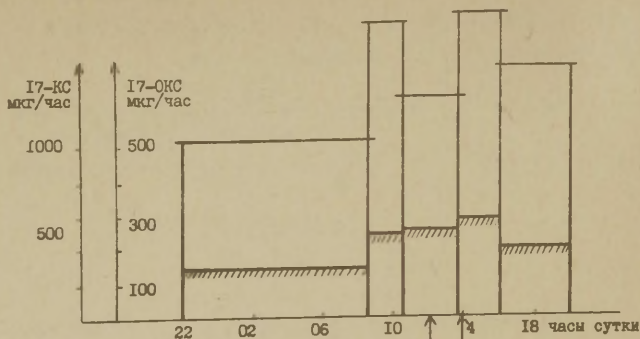


Рис. 4.

Соревнование

III тип - колебания в экскреции I7-оксикортикоидов не превышают $\pm 30\%$. Обозначения см. рис. I.

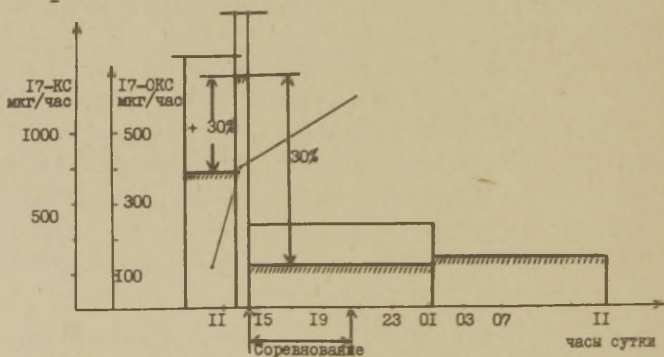


Рис. 5.

Случай особо резкого снижения экскреции I7-оксикортикоидов во время соревнования. Сплошная линия - % неконъюгированных форм I7-оксикортикоидов. Остальные обозначения см. рис. I.

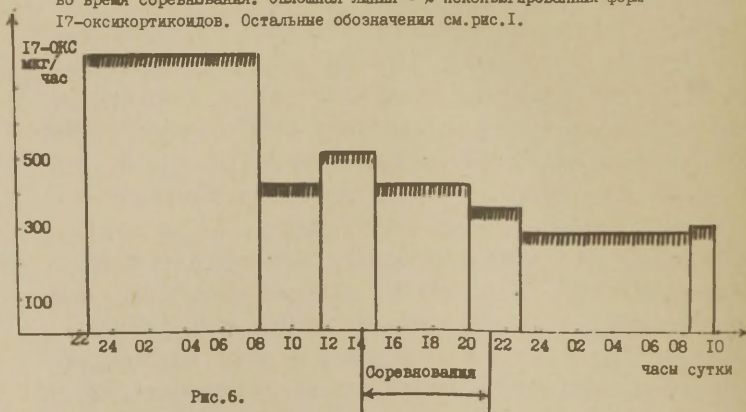


Рис. 6.

Случай резкого увеличения экскреции I7-оксикортикоидов в течение предшествующей ночи.

мешало им это реализовать. Доказательством сказанного может являться высокий уровень в экскреции $\Gamma 7$ -оксикортикоидов ночью накануне соревнования по сравнению с экскрецией $\Gamma 7$ -оксикортикоидов в ночь после I дня соревнований (рис.6), более успешное выступление во второй день соревнований и установленные личные рекорды на соревнованиях меньшей значимости через 23 дня.

Неравномерность изменений в экскреции $\Gamma 7$ -кетостероидов и $\Gamma 7$ -оксикортикоидов выражается в отношении

$$\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$$

По данным многих авторов во время длительной физической работы отношение $\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$ уменьшается $\frac{2,10,13}{3}$.

Во время выполнения силовых упражнений доминирует вероятность повышения, а во время выполнения длительных упражнений на развитие выносливости вероятность понижения отношения $\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$ в моче $\frac{3}{4}$. У десяти-

борцев проведенные исследования показали тоже увеличение при отношении $\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$ на преобладающем

снижении экскреции $\Gamma 7$ -оксикортикоидов, когда в тренировочные занятия были включены силовые упражнения $\frac{3}{4}$. В данном исследовании во время соревнования превалировала неизменность отношения $\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$ (изменение отно-

шения не превышает ± 1 -го). В 15 случаях (36%) наблюдалось уменьшение этого отношения, из них в II случаях уменьшение этого отношения было обусловлено преобладающим повышением в экскреции $\Gamma 7$ -оксикортикоидов. В 6 случаях (15,4%) отношение $\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$ повышалось, из них

в 4 случаях за счет преобладающего уменьшения экскреции $\Gamma 7$ -оксикортикоидов.

Сразу после окончания соревнований собранные пробы мочи показывают преобладающее повышение отношения $\frac{\Gamma 7\text{-КТС}}{\Gamma 7\text{-ОКС}}$. Из общего числа 35 наблюдений, только в 4 $\Gamma 7$ -ОКС случаях $\frac{\Gamma 7\text{-кетостероиды}}{\Gamma 7\text{-оксикортикоиды}}$ отношение уменьшалось.

Таблица 2

Согласованность изменений экскреции конъюгированных и неконъюгированных I7-оксикортикоидов у десятиборцев до, во время и после соревнований.

Вариант изменений	До со- ревно- вания	Во вре- мя со- ревно- вания	Пос- ле со- рев- но- вания	Все- го
Повышение экскреции конъюгированных и неконъюгированных I7-оксикортикоидов:	35%	4%	23%	62%
Повышение экскреции конъюгированных и снижение экскреции неконъюгированных I7-оксикортикоидов	10%	14%	7%	31%
Неизмененность экскреции конъюгированных и повышение экскреции неконъюгированных I7-оксикортикоидов.	20%	18%	23%	61%
Неизмененность экскреции конъюгированных и снижение экскреции неконъюгированных I7-оксикортикоидов	20%	9%	8,23%	52%
Неизмененность экскреции конъюгированных и неконъюгированных I7-оксикортикоидов	5%	9%	8%	22%
Понижение экскреции конъюгированных и неконъюгированных I7-оксикортикоидов	0%	23%	8%	31%
Понижение экскреции конъюгированных и повышение неконъюгированных I7-оксикортикоидов	10%	23%	8%	41%

В предстартовом периоде было характерно неизменность отношения. Стабильные величины отношения I7-кетостероиды

I7-оксикортикоиды

были получены также в начале соревнований. В конце соревнований выявилось склонность к понижению этого отношения.

Динамика экскреции неконъюгированных I7-оксикортикоидов отражена в таблице 2.

Как видно, предстартовому периоду характерно в 65% случаях повышение экскреции неконъюгированных форм, что в 35% случаях имело место на фоне повышения экскреции суммарных I7-оксикортикоидов. В пробах мочи, собранных после соревнований, было найдено повышение экскреции не-

конъюгированных форм в 54% случаях. Это наблюдалось в основном или же на фоне повышения общей экскреции 17-оксикортикоидов, или на фоне неизмененности общей экскреции. Во время соревнований преобладающими были изменения, где процент неконъюгированных форм повышался на фоне понижения экскреции суммарных 17-оксикортикоидов, или понижался на фоне понижения суммарных 17-оксикортикоидов.

Думается, что сочетание высокого процента свободных форм с общим понижением в экскреции может быть обусловлено резким усилением секреторной функции в деятельности коры надпочечников в конце работы, или нарушением механизма потребления кортикоидов на последних этапах работы.

Полученные данные показывают значительные сдвиги в деятельности коры надпочечников при истинной соревновательной нагрузке у десятиборцев и указывают, что они могут иметь важное значение в отношении определения спортивного успеха. Изучение деятельности коры надпочечников должно иметь важное место при определении функциональных возможностей десятиборцев.

Л и т е р а т у р а

1. Виру, А.А., В кн.: Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. 102, М., 1965.
2. Виру, А.А., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 21, 134, Тарту, 1969.
3. Виру, А.А., В кн.: Физиологическое обоснование тренировок. 85, М., 1969.
4. Виру, А.А., Уч. зап. Тартуского гос. ун-ва, 267, 3, 1971.
5. Виру, А.А., Кырге, П.К., Тийк, Х., Уч. зап. Тартуского гос. ун-ва, 267, 22, 1971.
6. Какушкина, Е.К., Гурьева, И.Г., Лабор. дело 3, 146, 1967.
7. Коренская, Э.Ф., Пробл. эндокрин. 13, 4, 65, 1967.
8. Русин, В.Я., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 72, Тарту, 1969.
9. Brown, J.H., Metabolism, 4, 295, 1955.
10. Bugard, P., Ann. Endocrin. 22, 1000, 1961.
11. Frenk, R., Csalay, L., J. Sports Med. Phys. Fitness, 2, 207, 1962.
12. Kägi, H.R., Helv. med. Acta, 22, 258, 1955.
13. Losada, A., Stevenson, C., Barzelatto, J., XIV Congreso Intern. de Medicina del Deporte, 93, Santiago, 1962.
14. Ottowicz, J., Nazar, K., Wolowska, A., Wych. fiz. Sport, 2, 119, 1967.
15. Silber, R.H., Porter, C.C., J. biol. Chem. 210, 923, 1954.
16. Valentin, H., Lehnert, G., Mücke, W., Deutmann, H., Münch. med. Wsch. 107, 1234, 1965.
17. Viru, A., Äkke, H., Acta endocrin. 62, 385, 1969.

ЧАСТОТА ПУЛЬСА, ВЫСОТА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ВЫДЕЛЕНИЕ 17-ОКСИКОРТИКОИДОВ С МОЧОЙ ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ ОДНООБРАЗНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ РАБОТЕ.

К.М.Смирнов, А.А.Виру, Т.Е.Сазонова, Л.Г.Русакова,
Т.А.Смирнова, К.Э.Томсон.

Сектор физиологии и психологии труда (зав.К.М.Смирнов)
ВНИИ Охраны труда, Ленинград, Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности
(зав.А.А.Виру) Тартуского гос.унив.

Изучено состояние группы рабочих, занятых монтажом и регулировкой радиоприемников в течение восьмичасового рабочего дня. По данным хронометража коэффициент пооперационной загрузки увеличивается во вторую половину дня на 5-7% по сравнению с первыми часами работы. Выделение 17-оксикортикоидов в течение второй половины рабочего дня позволяло установить возможность появления как угнетения, так и усиления адренокортикальной активности. К середине дня отмечено замедление пульса и уменьшение пульсового давления, в среднем, для всей группы. Эти изменения остаются до конца работы у сборщиков и монтажников, а у регулировщиков в конце дня восстанавливается предработный уровень. Монотонность изученных видов работы связана, по-видимому, с бедностью эмоционального фона и ограничением объема воспринимаемой и перерабатываемой информации.

В настоящее время, трудовые действия выполняются в большинстве профессий лишь небольшими группами мышц. Работу, в которой занято меньше трети всей мускулатуры тела, принято назвать локальной /15/. Лабораторное изучение работы показывает, что, если действия однообразны и ритмичны, они могут в определенных условиях уменьшить газообмен и кровообращение в организме по сравнению с предработным уровнем /3,5,6,7/. Это заставляет предполагать особенный характер регуляции функций во время подобной работы. Представляет очевидный интерес исследование локальных работ в производственной обстановке.

М е т о д и к а

Обследованные лица - здоровые женщины в возрасте от 19 до 35 лет - выполняли различные операции по сборке, монтажу и регулировке радиоприемников в течение восьмичасового рабочего дня в утреннюю смену. У 23 работниц проведен выборочный хронометраж на протяжении четырех дней, с вторника по пятницу, по 20 минут из каждого часа работы, а затем также четыре дня, до работы, за час до обеденного перерыва и в течение последнего часа рабочего дня, сосчитан пульс на лучевой артерии и измерено артериальное давление слуховым способом.

У других 27 работниц, выполнявших те же операции, изучено в 39 наблюдениях выделение 17-оксикортикоидов в трех порциях мочи - за предшествующую ночь, за первую и за вторую половину рабочего дня. Определение проведено методом Брауна /9/. Количество 17-оксикортикоидов выражено в мкг в час.

Первая группа работала на конвейере с продолжительностью такта в 1,5 минуты, во второй группе часть лиц работала также на конвейере, но с продолжительностью такта в 3 минуты, а другие производили те же операции в условиях свободного, ненавязанного ритма.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и й

Проведенный хронометраж показал, что коэффициент пооперационной загрузки, то есть отношение времени выполнения операции к продолжительности такта конвейера в среднем увеличивается во вторую половину дня на 5-7% по сравнению с первыми часами работы. Такое замедление трудовых действий очевидно является признаком утомления и характеризует напряженность работы.

Заслуживает внимания значительная вариативность времени, затрачиваемого на выполнение операции. Коэффициенты вариации, рассчитанные по результатам измерений у одного и того же лица, составляют у разных работниц 5-10 и даже 20%. Изученные действия были хорошо автоматизированы в результате повторения на протяжении многих предшествующих недель и месяцев. Поэтому, отмеченная вариация во времени должна быть учтена как особенность освоения подобных двигательных актов.

Результаты измерений частоты пульса и высоты артериального давления представлены на таблице отдельно для сборщиц и монтажниц и отдельно для регулировщиц. Такое разделение оправдано, так как первые заняты ручным трудом, в котором не велик информационный компонент, в то время как у

Изменения состояния сердечно-сосудистой системы на протяжении рабочего дня.

$$/ \bar{x} \pm m /$$

А. Сборщицы и монтажницы, 17 человек.

Показатели	Число измерений	До работы	За час до обеденного перерыва	Последний час работы
Частота пульса, ударов в мин.	74	81 \pm 1	77 \pm 1	79 \pm 1
Пульсовая амплитуда артериального давления, мм рт.ст.	64	40 \pm 1	36 \pm 2	34 \pm 1

Б. Регулировщицы, 6 человек.

Частота пульса, ударов в мин.	22	72 \pm 2	66 \pm 2	72 \pm 2
Пульсовая амплитуда артериального давления, мм рт.ст.	23	40 \pm 3	35 \pm 4	41 \pm 4

вторых также простые и однообразные действия связаны с довольно значительным объемом перерабатываемой информации. Наблюдения на протяжении рабочего дня обнаруживают небольшое, но статистически значимое замедление пульса и уменьшение пульсовой амплитуды, значимое только у сборщиц и монтажниц $/p < 0,05/$. У сборщиц и монтажниц такие изменения остаются до конца рабочего дня, в то время как у регулировщиц к концу работы восстанавливается исходный предрабочий уровень.

Средние данные об экскреции 17-оксикортикоидов представлены на рис. I. Как видно на рисунке, экскреция 17-оксикортикоидов в течение первой половины рабочей смены с 7 до 11 часов было существенно выше, чем в течение предшествующей ночи, но это повышение не превышало степень увеличения экскреции 17-оксикортикоидов в течение первой половины дня из-за нормальной суточной ритмики. В течение второй половины смены с 11 до 15 часов у 9 исследуемых, в отличие от тенденции к снижению экскреции 17-оксикортикоидов по нормальной суточной ритмике, экскреция существенно (больше чем на 30%) повышалась. У других 10 исследуемых достигнутый в течение первой половины смены высокий уровень сохранялся и в течение второй половины смены. У остальных работников отмечалось во время второй половины рабочего дня снижение экскреции 17-оксикортикоидов, причем в 9 случаях оно дошло до величин, существенно ниже уровня экскреции ночью. Существенных различий между данными тех, кто работал на конвейере и у тех, кто выполнял работу в свободном ритме, не было обнаружено.

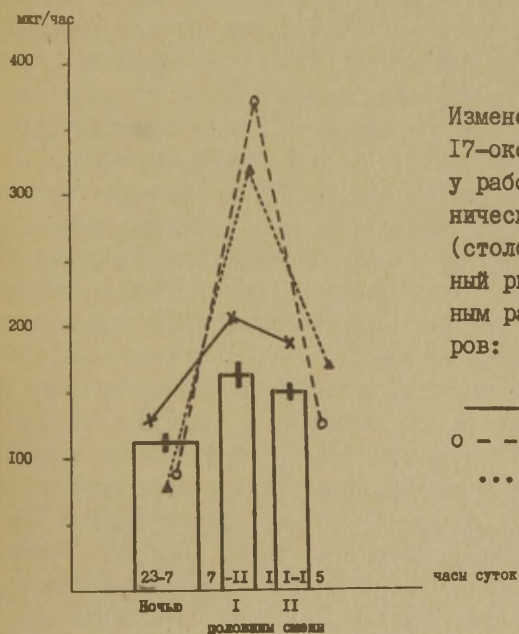


Рис. I.
Изменения экскреции 17-оксикортикоидов у рабочих радиотехнического завода (столбики) и суточный ритм ее по данным различных авто-
ров:

— /I4/
o - - - o /II/
..... /IO/

Обсуждение результатов

Изученные виды труда производятся главным образом кистями рук и в них занято не более 5-10% всей мускулатуры тела /16/. Расход энергии при таких работах не превышает нескольких десятков процентов от уровня основного обмена. Обнаруженные в проведенных опытах к середине рабочего дня замедление пульса и уменьшение пульсового давления могут быть связаны с изменениями в состоянии нерботающих мышц. При мышечных движениях уменьшается кровоток в неработающей части мускулатуры /1,2,8/. У исследованных лиц не работала большая часть мышц и это могло привести к уменьшению системного общего кровотока подобно тому, как это отмечено ранее в лабораторных опытах /5,6,7/.

Изменения в организме работающего человека возникают под влиянием мышечных движений, но колеблются в зависимости от сопровождающих работу эмоциональных реакций. Чем меньше расход энергии на работу, тем относительно большее значение принадлежит изменениям, вызванным эмоциональными стимулами /13/. Поэтому, можно предполагать, что замедление пульса и уменьшение пульсового давления отражают особенности эмоций, связанных с работой. Тормозный эффект, наблюдаемый при изученной работе, приводит к тому, что уровень рабочих эмоций оказывается ниже, чем предрабочее эмоциональное возбуждение. Снижение эмоционального фона естественно связать с однообразием и, может быть, локальностью выполняемой работы. Бедность эмоций является одним из признаков монотонности труда.

Изменения пульса и артериального давления, отмеченные к середине рабочего дня, остаются у сборщиц и монтажниц до конца работы, в то время как у регулировщиц в последний час работы восстанавливается предрабочий уровень. Трудовые действия различаются главным образом большей информационной нагрузкой у последней группы. Поэтому, кажется допустимым объяснить наблюдаемые к середине дня сдвиги в состоянии исследованных лиц малым количеством воспринимаемой и перерабатываемой информации. При утомлении в конце рабочего дня больший информационный компонент тру-

да у регулировщиц, вероятно, становится для них фактором некоторого напряжения и способствует повышению эмоционального фона, а с ним учащению пульса и увлечению пульсового давления до предрабочего уровня. При меньшей информационной нагрузке работа сборщиц и монтажниц протекает и при утомлении без признаков эмоционального напряжения. До конца рабочего дня остается тормозный эффект однообразной, монотонной работы.

Предположения о связях между информационным компонентом труда и уровнем, связанных с работой эмоций, представляют, как кажется, интерес с точки зрения информационной теории эмоций /4/. Дальнейшее изучение подобных связей является перспективными для изучения **монотонности труда**. Информационный компонент трудовой нагрузки и эмоциональный фон работы несомненно имеют в этом отношении существенное значение.

Эмоциональное возбуждение существенно меняет гормональную регуляцию функций. В ситуациях эмоциональной напряженности и большой информационной ситуации адренокортикальная активность увеличивается, но в противоположность этому, при небольшом потоке информации, т.е. при скучной ситуации она снижается /12/. Проведение наблюдения показало, что во время второй половины рабочего дня в некоторых случаях экскреция 17-оксикортикоидов снижалась ниже уровня предшествующей ночи. Это, несомненно, говорит об угнетении адренокортикальной активности. В других случаях было возможно в это же время установить усиление адренокортикальной активности на основании дальнейшего увеличения экскреции 17-оксикортикоидов. Можно думать, что две разновидности изменений обусловлены особенностями эмоциональности и информационной нагрузки работы у каждого конкретного исследуемого.

В ы в о д ы

- I. Однообразная, локальная работа при сборке, монтаже и регулировке радиоприемников сопровождается снижением частоты пульса и уменьшением пульсового давления по сравнению с предрабочим уровнем.

2. По выделению 17-оксикортикоидов с мочой можно было установить как случаи угнетения, так и случаи усиления адренокортикальной активности в течение второй половины рабочего дня.

Л и т е р а т у р а

1. Васильева, В.В., Курляева, Г.И., Степочкина, Н.А., Физиол. СССР, 52, 166, 1966.
2. Георгиев, В., Каранов, Б., Теория и практ. ф.к. 2, 68, 1966.
3. Ефимов, В.В., Тезисы 10-го съезда Всесоюзного физиологического общества им. Павлова, 2, 1, 192, М.Л., 1964.
4. Симонов, П.В., В кн.: Физиология высшей нервной деятельности, часть 2, 97, "Наука", М., 1971.
5. Смирнов, К.М., Попов, И.М., Комаров, В.М., Материалы 14-й Всесоюзной конф. по спортивной медицине, 148, М., 1965.
6. Смирнов, К.М., Попов, И.М., Комаров, В.М., Бюлл. эксп. биол. мед. 64, 8, II, 1967.
7. Смирнов, К.М., Швайкова, Л.В., Попов, И.М., Физиол. ж. СССР, 58, 1617, 1972.
8. Åstrand, P.O., Ekblom, B., Messin, B., J. appl. Physiol. 20, 253, 1965.
9. Brown, H.U., Metabolism, 4, 295, 1955.
10. Doe, R.P., Flink, E.P., Flint, M.G., J. clin. Endocrin. 14, 774, 1954.
11. Hohenegger, M., Endokrinologie 50, 260, 1966.
12. Mason, J.W., Harwood, C.T., Rosenthal, N., Amer. J. Physiol. 190, 429, 1957.
13. Monod, H., Dans. Physiologie du Travail. T. 1. 154, Paris, 1967.
14. Reinberg, A., Zagula Mallu, Z.W., Ghata, J., Halberg, F., Proc. Soc. exper. Biol. Med. 124, 826, 1967.
15. Scherrer, I., Monod, H., J. Physiol. (Paris), 52, 419, 1960.
16. Theile, F.W., Verhandl. Kaiserl. Leop.-Carol. Deutsch. Akad. Naturforsch. 46, 133, 1884.

ЭКСКРЕЦИЯ 17-ОКСИКОРТИКОИДОВ У ДОЯРОК.

Э.А.Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности (зав.А.А.Виру) Тартуского государственного университета.

Послеобеденный удой коров обуславливал у половины исследуемых доярок увеличение экскреции 17-оксикортикоидов. Во время утренней работы у доярок отмечалось скорее угнетение адренокортикальной активности.

Механизация значительно облегчила труд доярок. Но все же особенность труда ставит перед организмом весьма сложную задачу в отношении сохранения нормальных биоритмов - выполнения трудовых заданий, как очень рано утром (в промежутке времени от 4 до 6 часов), так и днем (в промежутке времени от 16 до 18 часов). Отсюда вытекает одна из задач физиологического изучения их труда - выяснить влияние такого трудового режима на суточную периодику физиологических функций. В настоящем сообщении излагаются данные об экскреции 17-оксикортикоидов во время работы у доярок. Для того, чтобы избежать фактора приспособления в течение многолетней работы, наблюдения проводились на ученицах совхоза-техникума, которые владели необходимыми трудовыми операциями, но не имели существенного стажа работы.

М е т о д и к а

Исследуемыми были ученицы совхоз-техникума /возраст от 17 до 22 лет/. Наблюдения проводились дважды во время утреннего и один раз во время послеобеденного доения коров. У исследуемых мочу собирали как до работы, так и во время работы. В моче определяли содержание 17-оксикортикоидов по Брауну /1/. Объем труда был стандартизован применением стандартных аппаратов.

Результаты исследования и их обсуждение

Послеобеденная работа обуславливала у половины исследуемых существенное увеличение экскреции 17-оксикортикоидов (на 34 ± 2 %), у остальных существенных изменений не отмечалось. Однако во время утреннего удоя, всего лишь в 3 случаях из 12, обнаруживалось существенное увеличение экскреции 17-оксикортикоидов (на 43,55 и 124 %). В остальных случаях уровень экскреции 17-оксикортикоидов был во время утреннего удоя примерно такой же, как во время предшествующей ночи (разница меньше, чем ± 20 %). Таким образом, полученные данные указывают на возможность, что в дневное время труд доярки может активировать деятельность коры надпочечников, но во время утреннего удоя не наблюдается. Так как в утренние часы наступает, в следствии нормальной суточной ритмики, повышение адренокортикальной активности (2-5), то нет основания считать отмеченную в трех случаях экскрецию 17-оксикортикоидов на 43-124 % доказательством усиления деятельности коры надпочечников под влиянием труда.

Более важным кажется результат, что у доярок не отмечалось нормального повышения экскреции 17-оксикортикоидов в утренние часы. Показано, что, вне зависимости от времени сна, после пробуждения наступает активация гипофизарно-адренокортикальной системы (4,5). Отсутствие этого у доярок позволяет думать, что их работа в ранние утренние часы угнетает деятельность гипофизарно-адренокортикальной системы.

Л и т е р а т у р а

1. Brown, J.H.U., Metabolism 4, 295, 1955.
2. Doe, R.P., Flink, E.P., Flink, M.G., J.Clin.Endocrin. 14, 774, 1954.
3. Halberg, F., Reinberg, G., J.Physiol.(Paris) 59, suppl. 1, 1967.
4. Liddle, G.W., Arch.int.Med. 117, 739, 1966.
5. Pernoff, G.T., Eik-Nes, K., Nugent, C.H., Fred, H.L., Niwer, R.A., Rush, L., Samuels, L.T., Tyler, E.H., J. Clin.Endocrin. 19, 432, 1959.

ОБ ЭКСКРЕЦИИ 17-ОКСИКОРТИКОИДОВ ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ УРОКА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ У СТУДЕНТОК МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦГРУПП

Л.О.Парис, Е.Ю.Ранна, А.А.Виру

Кафедра физиологии спорта (зав.А.А.Виру) Тартуского государственного университета

У 43 студенток медицинской спецгруппы определяли в 56 наблюдениях экскрецию 17-оксикортикоидов во время и после урока физического воспитания. Несмотря на незначительное учащение пульса к концу основной части урока (до 80-140 уд.мин), обнаруживались существенные сдвиги экскреции 17-оксикортикоидов. Преобладали случаи увеличения экскреции во время и после занятия. Наряду с этим отмечались и случаи снижения экскреции.

Нагрузка урока физического воспитания на организм занимающихся определяется отношением величин механической работы и мощности выполняемых упражнений к степени развития приспособительных механизмов организма. У студенток медицинских спецгрупп приспособляемость организма снижена в связи с патологическими процессами. Таким образом, при оценке нагрузки урока физического воспитания у них целесообразно изучать механизмы общего приспособления организма к стрессорам, среди которых центральное место принадлежит деятельности гипофизарно-адренокортикальной системы. Предыдущее исследование показало, что одинаковый по длительности и интенсивности лыжный поход может у студентов и студенток медицинской спецгрупп обуславливать весьма различные по степени и направлению сдвиги экскреции 17-оксикортикоидов / 1 /. В настоящем исследовании была изучена экскреция 17-оксикортикоидов при других физических нагрузках для того, чтобы выяснить прикладные возможности использования экскреции 17-оксикортикоидов как критерия оценки индивидуальной нагрузки.

М е т о д и к а

Экскрецию 17-оксикортикоидов изучали у 43 студентов медицинских спецгрупп /диагнозы - гипертония, ревматизм, миопия, расстройства функций пищеварительного тракта или двигательного аппарата/ в 56 наблюдениях. Мочу собирали до, во время и после урока физического воспитания. Длительность периодов сбора мочи была до занятия 1-6 часов, во время занятия 1 час 30 мин. - 1 час 45 минут и после занятия 2 часа. Содержание 17-оксикортикоидов определения в моче по Браун /3/. Судя по данным специального исследования /2/, существенными считали сдвиги экскреции больше, чем $\pm 30\%$.

Урок физического воспитания состоялся на местности с общей длительностью периода активной мышечной деятельности 45-60 минут. Урок заключался в выполнении медленного бега, общеразвивающих упражнений и подвижных игр. Нагрузка занятия была проверена дополнительно с помощью подсчета пульса, которой производился до занятия, после подготовительной и основной части урока и в конце занятия.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Выполненные упражнения обуславливали повышение частоты сокращений сердца к концу основной части урока до 80-146 ударов в минуту. Это позволяет сделать вывод, что нагрузка занятия была умеренная. Однако, несмотря на это в большинстве случаев обнаруживались существенные сдвиги экскреции 17-оксикортикоидов. Преобладающим вариантом изменений было повышение экскреции 17-оксикортикоидов (больше чем на 30 %) во время занятия и дальнейшее увеличение ее или же сохранение высокого уровня экскреции в течение первых двух часов после занятия (18 случаев). Наряду с этим отмечалось весьма много случаев (13) противоположного изменения - снижение экскреции (больше чем на 30 %) во время занятия и сохранение пониженного уровня ее после занятия. Только в 10 случаях из 56 не было установлено существенных изменений экскреции 17-оксикортикоидов во время и после занятия. Таким образом, у студентов медицинских спецгрупп занятие может обуславливать сдвиги адренокортикальной активности даже тогда, когда по частоте пульса определяется умеренная нагрузка.

Как показано в таблице, связывать появление различных вариантов изменений адренокортикальной активности с диагнозом, не было возможно. Очевидно, по сравнению с диагнозом больше значения имело общее состояние организма, в частности его приспособительные возможности.

Распределение различных вариантов динамики экскреции 17-оксикорти-
коидов по диагнозам

Вариант динамики экскреции 17-оксикортикоидов		Частота пульса в конце основной части	Количество случаев							Всего
Во время занятия	После занятия		Рев- ма- тизм	Гипер- тония	Мног- ия	Патология				
						пище- вари- тель- ного трак- та	двига- тель- ных функ- ций	дыха- тельных органов	половых желез	
Повышение	Повышение	122 \pm 3	10	2	3	-	3	-	-	18
Неизменность	Повышение	113 \pm 9	-	1	3	1	-	1	-	6
Повышение	Понижение	122 \pm 12	1	-	-	1	-	1	-	3
Неизменность	Неизменность	105 \pm 6	1	3	2	3	-	-	1	10
Неизменность	Понижение	101 \pm 3	-	-	2	-	2	-	-	4
Понижение	Повышение	108 \pm 10	-	-	-	1	-	1	-	2
Понижение	Понижение	107 \pm 7	3	1	4	2	1	1	1	13

Если обратить внимание на величины частоты сокращений сердца в конце занятия, то оказывается, что наивысшие величины ее имели место в основном в случаях увеличения экскреции 17-оксикортикоидов во время занятия. Они были существенно выше, чем в случаях отсутствия существенного сдвига в экскреции 17-оксикортикоидов. Таким образом выявляется значение степени нагрузки, определенной по частоте пульса, в активации деятельности коры надпочечников. В случаях снижения экскреции 17-оксикортикоидов также наблюдались относительно низкие величины частоты сокращений сердца в конце основной части урока. Это позволяет сомневаться, что снижение экскреции 17-оксикортикоидов во время и после относительно кратковременного занятия обусловлено утомлением. Наряду с этим придется учитывать возможность угнетения адренокортикальной активности в связи с монотонностью ситуации [4]. В уроках физического воспитания монотонность может быть обусловлена и просто невысокой нагрузкой.

Л и т е р а т у р а

1. Виру, А.А., Уч. зап. Тартуского гос. ун-ва, 205, 147, 1968.
2. Виру, А.А., Уч. зап. Тартуского гос. ун-ва, 267, 3, 1971.
3. Brown, J.H.U., Metabolism, 4, 295, 1955.
4. Handlon, J.H., Waleson, R.W., Fishman, J.R., Sachar, E.J., Hamburg, D.A., Mason, J.W., Psychosom. Med. 24, 535, 1962.
5. Mason, J.W., Harwood, C.T., Rozenthal, N., Amer. J. Physiol. 190, 429, 1957

ОБМЕН КАТЕХОЛАМИНОВ И СОСТОЯНИЕ
ТРЕНИРОВАННОСТИ

М.И.Калинский , В.Я.Кононенко

Кафедра биохимии /зав. М.И.Калинский/ Института физической культуры и лаборатория обмена веществ /зав. - В.Я.Кононенко/ Научно-исследовательского института эндокринологии МЗ УССР

Катехоламины - адреналин, норадреналин, дофамин - важнейшие регуляторы адаптационных процессов в организме /8,18, 19,22,26,37,38,41,46/. Эти гормоны-медиаторы симпатoadреналовой системы /САС/ обладают способностью регулировать обмен веществ и физиологические функции в организме ; усиливать мобилизацию гликогена и жиров, активировать окисление жирных кислот, контролировать гликолитическое и дыхательное фосфорилирование, изменять сосудистый тонус, улучшая кровоснабжение усиленно работающих органов, участвовать в развитии адекватных эмоциональных реакций, повышать сократительную способность скелетных мышц и сердца /8,18,22,26,46/.

Перечисленные метаболические и функциональные влияния катехоламинов лежат в основе ускоренного перехода организма из состояния покоя в состояние повышенной "готовности" к двигательной активности и сохранения этого адаптационного эффекта во времени.

Не случайно, в последнее время в спортивной эндокринологии все большее внимание уделяется изучению обмена и роли катехоламинов при мышечной деятельности /3,4,5,11,16,28,34, 35,36,41,44,45/.

В настоящей работе рассматриваются особенности обмена катехоламинов в тренированном организме, роль этих нейромедаторов в развитии приспособления к физическим нагрузкам и возможность оценки, на основе данных обмена катехоламинов, адаптационных возможностей спортсменов, как компонента его тренированности.

В соответствии с имеющимися литературными и собственными данными, полученными в эксперименте на животных и в наблюдениях на спортсменах, анализируются изменения обмена катехоламинов по результатам исследования тканей, крови и

мочи.

Изменения обмена катехоламинов в надпочечниках, сердце, различных отделах центральной нервной системы, печени и скелетных мышцах нетренированных животных определяются интенсивностью и длительностью физических нагрузок /1,2,10, 14,15,16,21,33,43,49/. В начальной фазе работы содержание катехоламинов в надпочечниках и коре головного мозга несколько повышается, а при увеличении длительности нагрузки происходит постепенное снижение содержания адреналина в надпочечниках и норадреналина в сердце, целом головном мозгу и в гипоталамусе в частности, а также в скелетных мышцах. Чем выше интенсивность работы, тем раньше наступает снижение содержания катехоламинов в тканях.

Ряд фактов свидетельствует об усилении биосинтеза и катаболизма катехоламинов в тканях, непосредственно во время мышечной работы: увеличение содержания продуктов окисления катехоламинов (фракция ПО) /II/ и норметанефрина в сердце /21/, наступающие в начальной фазе нагрузки и предшествующие снижению в органах уровня адреналина и норадреналина.

Принципиально важным было установление зависимости обмена катехоламинов в тканях в покое и при физической нагрузке от адаптационных возможностей организма /11,14,15,16,49, 53/. Установлено, что у тренированных животных в покое содержание катехоламинов в надпочечниках и головном мозгу выше по сравнению с нетренированными /II/. В сердце трехмесячная тренировка плаванием не изменяет концентрации норадреналина /10/. Тренировка умеренными беговыми нагрузками в тротбане в течение трех месяцев приводила к снижению содержания норадреналина в сердце /на 34%/, причем это не сопровождалось изменением веса сердца и содержанием в нем белка /53/. Уменьшается в тренированном организме и способность к поглощению миокардом экзогенно введенного меченного адреналина /52/.

При физических нагрузках сдвиги в сторону уменьшения содержания катехоламинов в надпочечниках, головном мозгу, сердце и скелетных мышцах тренированных животных либо менее значительны, либо могут вовсе отсутствовать /10,14,15,16,49/. Примечательно, что снижение мышечной работоспособности при утомлении, неблагоприятная электрокардиографическая реакция в виде снижения вольтажа зубцов ЭКГ, совпадают по времени с резким падением уровня катехоламинов в различных тканях

нетренированных животных. И напротив, повышенная работоспособность, положительная ЭКТ - реакция у животных, адаптированных к данной работе, сопутствуют относительной стабильности тканевых катехоламинов /16,49/.

Введение резерпина в дозах, истощающих запасы катехоламинов в тканях нетренированных животных, резко снижает мышечную работоспособность на фоне существенного снижения экскреции катехоламинов с мочей, Тренированные животные /тренировка беговыми нагрузками в третбане в течение 30 дней/ сохраняют способность к длительной работе и проявляют меньшую степень истощения адреналовой активности /16,49/.

В крови нетренированных животных при динамических нагрузках различного характера /плавание, бег/ и статической работе содержание адреналина и норадреналина возрастает, что отмечается уже на 10-20-й минутах работы /11,21,32/. В зависимости от характера нагрузок наибольший подъем уровня катехоламинов в крови может отмечаться как на 40-минутном, так и 2-х часовом отрезке работы, после чего, по мере истощения надпочечниковых катехоламинов наступает снижение содержания адреналина, норадреналина и их общего предшественника ДОФА в крови /11,21,32/.

Таким образом, изменения содержания катехоламинов в тканях и крови нетренированного организма в целом соответствуют постулируемым Э.Ш.Матлиной /23/ неспецифическим общим фазам изменения обмена катехоламинов и активности САС в динамике стресса: 1. фазе быстрой активации; 2. фазе устойчивой активации; 3. фазе истощения функции САС.

У тренированных животных как при работе большой длительности, так и при кратковременных интенсивных нагрузках наблюдаются повышение содержания адреналина и норадреналина в крови по сравнению с уровнем покоя. В случае кратковременных нагрузок концентрация обоих аминов в крови тренированных значительно превышает ее величины у нетренированных животных /11/.

В наблюдениях на спортсменах /47/ было показано, что под влиянием физических нагрузок на третбане и бега на 18 миль содержание норадреналина в плазме крови значительно возрастает; содержание же адреналина изменяется менее закономерно. В условиях велоэргометрических нагрузок постепенно повышающейся мощности концентрация норадреналина в

плазме крови взятой из локтевой, бедренной и почечной вен увеличивалась пропорционально возрастанию мощности работы на всех последовательно изученных уровнях — 300, 600, 900 и 1200 кгм/мин. Концентрация же адреналина в плазме крови во всех случаях возрастала незначительно /54/. В артериальной крови уровень норадреналина возрастает незначительно при физической нагрузке, требующей менее 75 % максимального поглощения кислорода, но резко возрастает при "супрамаксимальной" работе /когда кислородный запрос превышает величину МПК/ и коррелирует с величиной артериального давления крови и степенью тренированности испытуемых. При стандартной нагрузке уровень норадреналина в артериальной крови тем ниже, чем выше тренированность организма. Адреналин в плазме артериальной крови в этих условиях не обнаружен /48/. Основным источником, повышающим содержание норадреналина в крови при мышечной деятельности, следует считать адренергические нервы, а одной из главных причин — усиление симпатической импульсации /9, 48, 54/.

Отсутствие адреналина в крови испытуемых при физических нагрузках /48/, незначительные изменения его содержания /29, 36, 47, 54/ и даже существенное снижение концентрации этого гормона, минимальный уровень которого отмечается при наивысшей мощности выполняемой работы /30/, указывает, как будто, на низкий уровень секреции адреналина из надпочечников как у нетренированных лиц, так и у спортсменов. Этому противоречат приведенные выше экспериментальные данные, свидетельствующие о явном повышении секреции адреналина в крови наряду с отчетливым снижением его уровня в надпочечниках при мышечной деятельности. Таится ли причина низкого уровня адреналина в ускорении его элиминации тканями из кровяного русла, в повышении интенсивности его катаболизма или во временном замедлении его секреции из надпочечников, могут дать ответ лишь новые исследования.

Представляют большой интерес данные об изменении комплексирования /протеидизации/ катехоламинов при физических нагрузках, поскольку в настоящее время установлена важная функциональная роль этого процесса в норме патологии /6 и др./.

Немногочисленные исследования по этому вопросу /А.Ю. Паю, 1969-1971/ свидетельствуют о том, что изменения содер-

жания катехоламинов, связанных с белками плазмы крови и в эритроцитах зависят от характера спортивной тренировки. При легкой силовой тренировке содержание катехоламинов в эритроцитах и связанного с белками плазмы норадреналина повышается, а при тяжелой тренировке — снижается /29/. Важно, что характер сдвигов содержания катехоламинов, связанных с белками плазмы крови у спортсменов, отражает функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, что может быть использовано в качестве теста в спортивной практике /28/.

Результаты многочисленных исследований экскреции с мочой катехоламинов, их предшественников в биосинтезе и метаболитов у спортсменов показывают, что при мышечной деятельности наиболее часто наблюдается различная степень повышения экскреции адреналина и норадреналина, отражающая активацию симпатического и адреналового звеньев САС, возрастание выделения дофамина и ДОФА, свидетельствующее о мобилизации резервных возможностей САС, увеличение содержания в моче ванилин-миндальной кислоты, указывающее на усиление катаболизма катехоламинов /12,16,17,20,31,34,39,40,49,50,51/. Рядом авторов /7,20,25,40/ показана также возможность снижения экскреции катехоламинов, их предшественников и метаболитов при физических нагрузках у юношей и лиц пожилого возраста.

В последние годы установлена зависимость величин экскреции катехоламинов, их предшественников и метаболитов с мочой от адаптационных возможностей спортсменов к физическим нагрузкам /11,12,16,16а,20,24,30,50,51/.

Согласно данным I. Klepping et al. /50,51/, экскреция с мочой адреналина, норадреналина и ванилин-миндальной кислоты у спортсменов увеличивалось с возрастанием мощности и длительности велоэргометрической нагрузки; у менее тренированных лиц увеличение экскреции с мочой гормонов наступало при меньшей мощности работы. Авторы предложили использовать экскрецию с мочой адреналина, норадреналина и ванилин-миндальной кислоты /ВМК/ при велоэргометрических нагрузках в лабораторных условиях в качестве метода оценки адаптационных возможностей организма к мышечной деятельности. Согласно выдвинутым положениям существенного повышения экскреции катехоламинов и ВМК с мочой не будет наблюдаться, пока мощность и продолжительность работы будут находиться

в пределах адаптации организма испытуемого, при превышении возможностей адаптации происходит увеличение экскреции катехоламинов и ВМК с мочой.

В последующих исследованиях предусматривалась более комплексная оценка состояния САС: определение наряду с адреналином, норадреналином их предшественников в биосинтезе-дофамина и ДОФА /II, I6, I6a, I7, 24, 39, 40/ и метаболитов - гомованилиновой кислоты, метоксипроизводных адреналина и норадреналина /24/.

Установлено, что при дозированной велоэргометрической нагрузке ступенеобразно повышающейся мощности в лабораторных условиях менее значительное повышение экскреции адреналина, норадреналина, дофамина, ДОФА и ВМК отмечалось у более тренированных спортсменов - легкоатлетов /39, 40/. При стандартной велоэргометрической нагрузке в лабораторных условиях величина экскреции адреналина и норадреналина находится в обратной корреляции с уровнем тренированности лыжников - двоеборцев /12/.

Следует иметь в виду, что степень активации гормонального, медиаторного звеньев и мобилизация резервных возможностей САС при физических нагрузках в естественных условиях выше, чем в лабораторных /39, 40/. При общем повышенном фоне активности САС при стандартных физических нагрузках в естественных условиях тренировок показателем более высокого уровня тренированности следует, по-видимому, считать меньший прирост экскреции адреналина, норадреналина, дофамина и ДОФА с мочой /39, 40/.

Величины экскреции катехоламинов и ДОФА у хорошо тренированных спортсменов обнаруживают четкие различия при предельных и околопредельных нагрузках, что позволяет судить как об адекватности применяемых нагрузок, так и об уровне адаптационных возможностей спортсменов /I6a, I7/.

У юных спортсменов одной из форм проявления недостаточной тренированности организма по данным ряда авторов /7, 20, 40/ может являться снижение экскреции ВМК с мочой.

Необходимо указать, что исходные величины экскреции адреналина, норадреналина, дофамина ДОФА и ВМК в порциях мочи, собираемых за небольшое время суток, не отражает уровень тренированности организма в условиях относительного покоя /II, 40 и др./.

Новые данные /24/ свидетельствуют о том, что среднесуточная величина экскреции с мочой адреналина, норадреналина, ДОФА, гомованилиновой кислоты обнаруживает существенные различия у нетренированных и тренированных, а экскреция метоксиадреналина и метоксинорадреналина — у хорошо тренированных и нетренированных спортсменов.

Резюмируя результаты изучения изменений обмена катехоламинов в тренированном организме можно выделить следующие его особенности:

В состоянии относительного покоя содержание катехоламинов в ряде тканей тренированного организма выше, чем в нетренированном. Мобилизация катехоламинов в тренированном организме при физических нагрузках происходит более активно, что может обеспечить повышенную секрецию катехоламинов в кровь как в начальном периоде нагрузки так и при длительной многочасовой работе. Выполнение значительной физической нагрузки сопровождается менее выраженным снижением содержания катехоламинов в тканях тренированного организма. Обнаруживается взаимосвязь между содержанием катехоламинов в тканях, функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы, мышечной работоспособностью, тренированностью организма. В тренированном организме при адекватных нагрузках зависимое от их характера повышение содержания отмечается в крови свободного и связанного с белками и эритроцитами норадреналина. При неадекватной тренировке возможно снижение содержания связанных форм катехоламинов в крови. Концентрация норадреналина в крови как в связанной, так и в свободной форме обнаруживает взаимосвязь с функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. Экскреция катехоламинов, их предшественников и метаболитов с мочой отражает адаптационные возможности организма к мышечной деятельности и в настоящее время с успехом используется в ряде видов спорта для оценки функционального компонента тренированности спортсменов. Вместе с тем необходимо отметить, что накоплено ещё недостаточно данных для унификации предлагаемых различными авторами тестов. Больше внимание следует уделить изучению эмоционального напряжения, сопутствующего соревновательным нагрузкам и изменяющего обмен катехоламинов. Незаслуженно скромным является интерес к метаболическим эффектам катехоламинов в условиях физических нагрузок, а так-

же к роли катехоламинов в регуляции восстановительного периода после тренировок и соревнований.

Л и т е р а т у р а

1. Брейдо Г.Я. и Р.М.Рейдлер. Физиол.ж. СССР, 54,370,1968.
2. Брейдо Г.Я. Физиол.ж. СССР, 55, 707, 1969.
3. Виру А.А. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 374, Тарту, 1969.
4. Виру А.А. Спорт и внутренняя секреция. Изд. "Физкультура и спорт", М.1971.
5. Виру А.А. В.сб.: Матер.Всес.симп. "Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнении спортивных упражнений, 144, Л., 1972.
6. Гайсинская М.Ю., Е.К.Приходькова, В.П.Скалозуб. Укр.биохим.ж., 36,431, 1964.
7. Глезер Е.Г. Теория и практ.физ.культ., 8,49,1972.
8. Говырин В.А. Трофическая функция симпатических нервов сердца и скелетных мышц, Л.Изд. "Наука", 1967.
9. Говырин В.А., Г.Я.Брейдо, М.П.Прозоровская Физиол.ж. СССР, 58, III5, 1972.
10. Горохов А.Л. Физиол.ж. СССР, 55, I4II, 1969.
11. Горохов А.Л. Обмен катехоламинов при мышечной деятельности в тренированном и нетренированном организме. Автореф.дисс. Л., 1970.
12. Горохов А.Л. 12-я Всесоюзная науч.конференц. по физиол. морфол. биомех. и биохим. мышечн.деят. Тез.докл. 189, Львов, 1972.
13. Калинин М.И. в сб.: Вопросы физического воспитания и спорта.Матер.научн.респ.конф. 152, Киев, 1967.
14. Калинин М.И. В кн.: Материалы научной конференции по итогам научно-исследовательской работы за 1968 г., 91, Киев, 1969.
15. Калинин М.И., А.А.Руденко, В.Я.Кононенко. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 287, Тарту, 1969.
16. Калинин М.И. Изучение обмена катехоламинов и их роли в адаптации организма при мышечной деятельности. Автореф. дисс. Ужгород. 1971.
- 16а.Калинский М.И., В.Я.Кононенко. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 2, 233, Тарту, 1971.
17. Калинин М.И., В.Я.Кононенко. 12-я Всесоюзн.научн.конференц. по физиол. морфол. биомехан. мышечн.деят. Тезисы докл. 194, Львов, 1972.
18. Кеннон В. Физиология эмоций. Л. Изд. "Прибой", 1927.
19. Кибяков А.В. Химическая передача нервного возбуждения М. -Л. Изд. "Наука", 1964.
20. Летунов С.П., П.М.Бабарин, О.Р.Немирович-Данченко, Р.А. Джуганян. Теория и практ.физ.культур. I, 30, 1964.

21. Малышева В.А., Э.Ш.Матлина. Пробл.эндокринолог. 17, 84, 1971.
22. Матлина Э.Ш., В.В.Меньшиков, Клиническая биохимия кате-
холаминов, М., 1967.
23. Матлина Э.Ш. Успехи физиолог.наук. 3., 92, 1972.
24. Меньшиков В.В., Б.Д.Большакова, В.П.Эрез, Т.И.Лукичева,
Г.К.Дибобес. Проблем.эндокринолог., 19,
45, 1973.
25. Мотылянская Р.Е., П.М.Бабарин, В н.: Регуляция функций
в различные возрастные периоды. 142,
Изд. "Наукова думка", Киев, 1966.
26. Орбели Л.А. /1926/ Избр. тр. 2, 67, 1962.
27. Паю А.Ю. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции
приспособления организма к мышечной дея-
тельности, 280, Тарту, 1969.
28. Паю А.Ю. Об изменениях содержания катехоламинов,
связанных с белками плазмы крови, при
физической нагрузке. Автореферат дисс.
Тарту, 1970.
29. Паю А.Ю. В Сб.: Эндокринные механизмы регуляции
приспособления организма к мышечной дея-
тельности, 2, 225, Тарту, 1971.
30. Паю А.Ю. Физиолог.ж. СССР, 58, 702, 1972.
31. Паю А.Ю. 12-я Всесоюзн. научн. конференц. по физио-
лог., морфолог., биомех. и биохим. мышечн. д
деят. Тез. докл. 210, Львов, 1972.
32. Пегель В.А., С.М.Ксенц, Г.П.Молостова, С.А.Хорева, Т.А.
Лаврухина, Л.А.Глазунова. В сб.: Эндокрин-
ные механизмы регуляции приспособления
организма к мышечной деятельности, 2, 199,
Тарту, 1971.
33. Погодаев К.И., Н.Ф.Турова, В.М.Лебедев, И.Е.Семавин.
Укр. биохим. журн. 42, 575, 1970.
34. Разумов С.А., Е.М.Стабровский, К.Ф.Коровин. В сб.: Эндок-
ринные механизмы регуляции приспособления
организма к мышечной деятельности, 3, 161,
Тарту, 1972.
35. Стабровский Е.М., С.А.Разумов. Уч. зап. Гос. ин-та физ.
культ. им. П.Ф.Лесгафта, 14, 228, 1970.
36. Стабровский Е.М., К.Ф.Коровин, С.А.Разумов. В сб.: Эндок-
ринные механизмы регуляции приспособле-
ния организма к мышечной деятельности, 2,
217, Тарту, 1971.
37. Утевский А.М. В сб.: Проблемы нейро-эндокринной регуля-
ции, 93, М.-Л., Изд. "Наука", 1966.
38. Утевский А.М. В сб.: Физиология и биохимия биогенных
амин, 5, М., Изд. "Наука", 1969.
39. Чибищян Д.А. Теория и практ. физ.культ. 4, 50, 1969.
40. Чибищян Д.А. Изучение функционального состояния мозгово-
го и коркового слоя надпочечников у кнх
спортсменов при занятиях физическими упраж-
нен. Автореф.дисс. М., 1971.
41. Яковлев Н.Н., Н.Р.Чаговец и А.Л.Горохов, физиолог.ж.
СССР, 59, 1132, 1972.
42. Яковлев Н.Н. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции
приспособления организма к мышечной деятель-
ности, 2, 5, Тарту, 1971.

43. Beauvallet, M., J. Bernard, M. Solier, *Therapies*, 24, 821, 1969.
44. Derevenco P., V. Derevenko, Z. Uray, V. Axente, *Fisiol. Normala Patol.*, 15, 29, 1969.
45. Ehringer H., G. Spreitzer, *Wien. Klin. Wochr.*, 79, 45, 832, 1967.
46. Euler U.S. van, *Noradrenaline*, Springfield, Ch. C. Thomas Publ., 1956.
47. Grav J., W. P. Beetham, *Proc. Soc. exp. Biol. & Med.*, 96, 636, 1957.
48. Häggendal J., L. H. Hartley, B. Saltin, *Scand. J. Clin. and Lab. Invest.*, 26, 337, 1970.
49. Kalinskij M. I., V. Ja. Kononenko, A. A. Roudenko. *Al II-lea Congress European de Medicina Sportiva*, 35, Bucuresti, 1969.
50. Kleppang I., R. Truchot, I.-P. Didier, A. Escousse, I. P. Eugonett, *C. R. Soc. Biol.*, 158, 2007, 1964.
51. Kleppang I., I.-P. Didier, A. Escousse., *Schweiz. Z. Sportmed.*, 14, 266, 1966.
52. Salzman S. H., E. Z. Hirsch, H. K. Hellerstein, J. H. Bruell, *J. Appl. Physiol.*, 29, 92, 1970.
53. Schryver Ch., I. Mertens-Strithagen, I. Becsei, Ia. Lammerant, *Amer. J. Physiol.*, 217, 1589, 1969.
54. Vendsalu A., *Acta physiol. Scand.*, 49, 57, 1960.

КАТЕХОЛАМИНЫ И ПРИСПОСОБИТЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ К МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ РАЗЛИЧНОЙ
ИНТЕНСИВНОСТИ ЗДОРОВЫХ ПОДРОСТКОВ И ПРИ ЗАБОЛЕВАНИ-
ЯХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.

Л.Т. Антонова, А.С. Зултер, М.И. Дяли, М.С. Осипова

Институт гигиены детей и подростков МЗ СССР, Москва
/дир. Г.Н. Сердюковская/

Проведенные исследования функционального состояния симпато-адреналовой системы у здоровых подростков позволяют выделить последовательные стадии включения симпато-адреналовой системы, свидетельствующей о роли катехоламинов в организации приспособительных реакций организма к мышечной деятельности.

I стадия - характеризуется небольшим изменением соотношения синтеза ДОФА и катехоламинов без достоверных изменений в абсолютной величине экскреции катехоламинов.

II стадия - характеризуется повышением экскреции норадреналина и предшественников, что указывает на активацию медиаторного звена симпато-адреналовой системы.

III стадия - характеризуется повышением экскреции либо адреналина, что указывает на активацию гормонального звена, либо повышением экскреции адреналина и норадреналина, что указывает на активацию обеих звеньев симпато-адреналовой системы, при этом наблюдается усиление синтеза предшественников.

"Благоприятный" тип гемодинамических сдвигов на физическую нагрузку протекает на фоне гиперреакции симпато-адреналовой системы.

"Неблагоприятные" типы гемодинамических сдвигов у подростков с гипертонической болезнью развиваются на фоне функциональной недостаточности симпато-адреналовой системы.

У подростков с пороками сердца "неблагоприятные" типы гемодинамических сдвигов на физическую нагрузку развиваются на фоне гиперреакции симпато-адреналовой системы и вероятно обусловлены тем, что под влиянием ревматического процесса изменяется чувствительность клеточных реактивных структур миокарда к гуморальному регулятору.

В настоящее время имеется обширная литература, посвященная изучению роли симпато-адреналовой системы в организации приспособительных реакций организма здоровых лиц к мышечной работе.

Показано, что в зависимости от характера и условий выполнения мышечной деятельности изменения симпато-адреналовой активности могут быть различными /1, 4-8/. Однако взаимосвязь гемодинамических сдвигов при мышечной деятельности с функциональным состоянием симпато-адреналовой системы в подростковом возрасте изучена недостаточно.

Задачей исследования являлось выяснить характер гемодинамических сдвигов и функциональное состояние симпато-адреналовой системы при мышечной нагрузке у здоровых подростков, больных клинически компенсированными пороками сердца / в неактивной фазе ревматизма / и гипертонической болезнью I стадии.

М е т о д и к а

В группу испытуемых вошли 142 подростка 16-18 лет, из них 22 человека практически здоровые, 55 - с клинически компенсированными пороками сердца в неактивной фазе ревматизма /комбинированные митрально-аортальные пороки/ и 88 больных гипертонической болезнью I стадии.

Физическая нагрузка заключалась в педалировании на велоэргометре "Элема" в течение 3-х минут с мощностью I и I,5 ватта на кг веса испытуемого. В условиях покоя и после физических нагрузок на I-6 минутах восстановительного периода методом механо-кардиографии определяли гемодинамические показатели /пульс, все виды артериального давления, сердечный выброс, минутный объем циркуляции, периферические сопротивления и др./. Экскрецию катехоламинов исследовали флуориметрическим методом /3/ в 3-х порциях мочи, собранных с 7 до 10, с 10-13, 13 до 18 часов /соответственно I, 2 и 3 порции мочи /. Физическую нагрузку давали в 10 час. утра после сбора первой порции мочи.

Р е з у л ь т а т ы и и х о б с у ж д е н и е

На основании данных, полученных при исследовании гемодинамики методом механокардиографии, было выделено три типа реакций сердечно-сосудистой системы в ответ на дозированную физическую нагрузку.

I тип - характеризовался учащением пульса, увеличением сердечного выброса и минутного объема циркуляции.

II тип - учащением пульса, увеличением минутного объема

ма крови при падении сердечного выброса.

III тип — повышением сердечного выброса и минутного объема, несмотря на учащение пульса.

I тип реакции следует рассматривать как "благоприятный", а II и III типы как "неблагоприятные", указывающие на нарушение механизмов компенсации сердечно-сосудистой системы. У здоровых испытуемых, независимо от величины нагрузки, отмечался только I тип реакции, II и III типы выявлялись лишь у больных подростков.

При выполнении нагрузки в I ватт "неблагоприятные" типы реакции сердечно-сосудистой системы у подростков с приобретенными пороками сердца в стадии компенсации отмечается в 47%, а у больных гипертонической болезнью 42%. С увеличением мощности нагрузки "неблагоприятный" тип реакции выявляется чаще /соответственно в 60 и 57%/. Таким образом, у подростков с отклонениями в состоянии сердечно-сосудистой системы при выполнении физической нагрузки нередко выявляются признаки скрытой в покое функциональной недостаточности сердца, что выражается в снижении сердечного выброса и минутного объема циркуляции в результате значительного снижения мощности сердечных сокращений.

Под влиянием нагрузки в I ватт /таблица I/ у здоровых подростков не отмечались достоверные изменения в экскреции катехоламинов во второй порции мочи.

При нагрузке в 1,5 ватта во 2-ой порции мочи повышалась экскреция норадреналина и ДОФА /на 102 и 64%/. Это повышение сохранялось и в последующей /третьей/ порции мочи /на 91 и 31%/. Косвенная оценка соотношения процессов синтеза катехоламинов из общего предшественника дофа /по отношению дофа к катехоламинам/ показывает, что физическая нагрузка вызывает усиление синтеза ДОФА. Отмеченное нами нарастание экскреции норадреналина /нагрузка 1,5 ватт/ при отсутствии изменений других катехоламинов свидетельствует о переходе части дофа в норадреналин.

Сопоставляя полученные ранее результаты /2/ и данные настоящей работы можно выделить последовательные стадии включения симпато-адреналовой системы, свидетельствующие о роли катехоламинов в организации приспособительных реакций организма.

I стадия — характеризуется небольшим изменением соотно-

шения синтеза ДОФА и катехоламинов без достоверных изменений в абсолютных величинах экскреции катехоламинов.

II стадия - повышением экскреции норадреналина и предшественников, что указывает на активацию симпатического звена симпато-адреналовой системы.

III стадия - повышением экскреции либо адреналина /что указывает на активацию адреналового звена/, либо адреналина, и норадреналина /что указывает на активацию обеих звеньев симпато-адреналовой системы/. При этом, как правило, наблюдается усиление синтеза предшественников. Степень активации адреналового звена зависит от величины нагрузки.

У подростков с пороками сердца при "благоприятном" гемодинамическом типе реакции физическая нагрузка в I ватт вызывает увеличение экскреции дофа на 33% и статистически вероятное повышение экскреции норадреналина, что указывает на некоторую активацию медиаторного звена симпато-адреналовой системы. Нагрузка в I,5 ватта вызывает повышение экскреции адреналина и дофамина /на 70 и 50%/, причем последнее сохраняется и через 6 часов после нагрузки, что указывает на активацию гормонального звена симпато-адреналовой системы.

При "благоприятном" типе реакции на нагрузку в I ватт наблюдается повышение экскреции дофамина /на 37%/ и вероятное повышение экскреции адреналина, что указывает на некоторую активацию гормонального звена симпато-адреналовой системы. Нагрузка I,5 ватта вызывает повышение экскреции адреналина и дофа /на 27 и 70%/, при этом последнее сохраняется через 6 часов, после нагрузки, что свидетельствует о активации гормонального звена симпато-адреналовой системы.

Следовательно, "неблагоприятные" типы реакции могут развиваться также на фоне активации симпато-адреналовой системы.

Можно предположить, что под влиянием ревматического процесса в миокарде изменяется чувствительность клеточных реактивных структур к гуморальному регулятору, нарушается соотношение между процессами поступления гуморального регулятора, его депонированием в миокарде, метаболизмом и выделением. Отмеченные нарушения играют определенную роль в механизмах развития сердечной недостаточности.

У подростков с гипертонической болезнью при "благоприятном" типе реакции сердечно-сосудистой системы физическая на-

Влияние физической нагрузки на экскрецию катехоламинов с мочей (мг/мин) у здоровых подростков с ревматическими пороками сердца и гипертонической болезнью (в зависимости от типа реакции сердечно-сосудистой системы).

Таблица I

[illegible]

грузка в I ватт сопровождается повышением экскреции дофамина и ДОФА /на 36 и 30%/ и статистически вероятным повышением экскреции норадреналина, что указывает на некоторую активацию симпатического звена симпато-адреналовой системы. Нагрузка в I,5 ватта сопровождается повышением экскреции адреналина, норадреналина и дофамина /соответственно на 40, 63 и 53%/ и статистически вероятным повышением ДОФА, что указывает на активацию обеих звеньев симпато-адреналовой системы.

При "неблагоприятных" типах реакции сердечно-сосудистой системы у таких подростков физическая нагрузка в I ватт вызывает повышение экскреции адреналина /на 32%/, а нагрузка в I,5 ватта - статистически вероятное повышение экскреции норадреналина.

Следовательно, у подростков больных гипертонией, дающих "благоприятный" тип реакции сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке выявляется "синдром гиперреакции", проявляющийся в активации обоих звеньев симпато-адреналовой системы и усилении синтеза предшественников.

При "неблагоприятных" типах реакции сердечно-сосудистой системы имеется нарушение зависимости между величиной нагрузки и характером активации симпато-адреналовой системы, а также снижение ее функциональных возможностей.

Л и т е р а т у р а

1. Горохов А.А., Физиол.ж. СССР 55, 1411, 1969.
2. Зутлер А.С., Катехоламины как показатель функционального состояния у подростков здоровых и с повышенной гипертонией. Канд. дисс. М., 1967.
3. Матлина Э.Ш., В кн.: Адреналин и норадреналин. 268, М., 1964.
4. Чибичьян Д.А., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 305, Тарту, 1969.
5. Euler U.S., Medicine and sport 3, 170, Basel, 1969.
6. Ehringer H., Spreitzer G., Klin Wschr. 79, 832, 1967.
7. Kärki M.T., Acta Physiol. Scand., 39, Suppl. 132, 1956.
8. Nowack, P., Schmid, E. Med. Welt, 21, 1882, 1970.

О СВЯЗЫВАНИИ АДРЕНАЛИНА С СУБКЛЕТОЧНЫМИ ФРАКЦИЯМИ СЕРДЦА И НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКЕ

А.Ю.Пан, Э.Б.Нурмисте

Кафедра спортивной медицины и лечебной физкультуры
/зав. Т.Э.Кару/ Тартуского государственного университета

После 30-минутной нагрузки в растворимой фракции сердечной ткани белых крыс повышалось содержание адреналина и норадреналина, в микросомальной фракции мозгового слоя надпочечников уменьшалось содержание адреналина. После мышечной нагрузки введённый адреналин /в дозе 25 мкг/100г/ связывается со всеми субклеточными фракциями сердечной ткани и надпочечников. Повышенной оказалась и способность белков плазмы крови связывать адреналин.

При возбуждении симпато-адреналовой системы увеличивается количество катехоламинов /КА/ в крови, освобождающихся из мозгового слоя надпочечников и симпатических нервных окончаний. Одним из органов, захватывающим КА крови является сердце /7,9,18/, причём содержание норадреналина /НА/ и адреналина /А/ в ткани определяется состоянием симпатической иннервации, специфических хромоаффинных гранул, а также кровоснабжением сердца /8,12/. При помощи дифференциального центрифугирования было показано, что H^3 -НА в клетке всасывается, в основном, в микросомальную и растворимую фракцию /6,16,17/. Вопрос о том, как изменяется содержание КА в этих фракциях под действием физиологических стимуляторов, всё ещё недостаточно изучен. В данной работе мы предприняли попытку изучить динамику содержания КА в субклеточных фракциях сердечной ткани и надпочечников, в плазме крови после физической нагрузки и после введения А.

М е т о д и к а

Опыты проводили на белых крысах-самцах весом 210-260 г. Контрольным животным подкожно вводили 0,1мл 0,85% раствора $NaCl$ и на 10 мин. наркотизировали эфиром. Вскрывали грудную

клетку и из правого желудочки сердца пунктировали 8-10 мл крови, после чего отделяли сердце и надпочечники, взвешивали их, размельчали, добавляли 7 мл 0,27 М раствора сахаразы и гомогенизировали в течение 20 мин. Гомогенат разделяли методом дифференциального центрифугирования на три фракции: I фракция - ядра клеток, фрагменты мембран, II фракция - микросомальная и III - растворимая фракция /6,14/.

Подопытным животным непосредственно после 30-минутной нагрузки /бег на третбане, скорость 22м/мин./ вводили 0,1 мл 0,85% раствора NaCl и наркотизировали на 10 минуте.

Животные, которым вводили подкожно 25мкг/100г адреналина, наркотизировали на 10 минуте после введения А.

Для определения содержания А и НА, связанных с фракциями, к осадку I и II фракции добавляли 7 мл 4н. надхлорной кислоты. К III фракции добавляли 2,5 мл 4,0 н. надхлорной кислоты. После этого определяли содержание А и НА по методу Э.Ш.Матлиной и Т.Г.Рахмановой /2/.

В плазме крови свободные КА отделяли от связанных с белками КА методом гельфильтрации. Для этого 3,0 мл плазмы крови фракционировали на сефадексе G -50. Фракции собирали автоматическим коллектором ХКОВ-1. Для определения КА в фракциях пользовались методикой /15,21/.

Результаты и их обсуждение

Полученные нами данные представлены в таблице I. Выявилось, что под влиянием мышечного раздражения происходит перестановка КА в субклеточных фракциях. Содержание НА и А в растворимой фракции сердечной ткани увеличивается, а в микросомальной фракции содержание НА уменьшается. По данным Stitzel и др./20/ непосредственно после раздражения электротоком изолированного сердца уменьшается содержание эндогенных КА в обеих фракциях. Так как в микросомальной фракции локализируются стабильные, интраневральные формы КА /5, 13,16/, то, вероятно, что уменьшение содержания НА в этой фракции отражает изменения количества НА, освобождающегося от симпатических окончаний сердца. Одновременно происходит пополнение запасов за счёт циркулирующих КА /13/ и кажется, что их повышение в растворимой фракции отражает этот процесс. Поскольку под влиянием нагрузки содержание А в микросомальной фракции надпочечников уменьшалось, в плазме

Таблица I.

Содержание катехоламинов в субклеточных
фракциях сердечной ткани и надпочечников
/ $\bar{x} \pm m$ /

Условия опыта Число животных	Субклеточные фракции в мкг/г сырой ткани					
	I фракция		Микросомальная		Растворимая	
	A	HA	A	HA	A	HA
Контроль /14/	-	$\pm 0,11$ $0,015$	$\pm 0,09$ $0,007$	$\pm 0,37$ $0,02$	$\pm 0,05$ $0,01$	$\pm 0,20$ $0,03$
Введение адреналина /9/	-	$\pm 0,13$ $0,02$	$\pm 0,14$ $0,02$	$\pm 0,39$ $0,015$	$\pm 0,08$ $0,007$	$\pm 0,22$ $0,03$
30-мин бег /9/	-	$\pm 0,15$ $0,03$	$\pm 0,11$ $0,02$	$\pm 0,20^{*)}$ $0,03$	$\pm 0,24^{*)}$ $0,04$	$\pm 0,41^{*)}$ $0,05$
Введение адрена- лина пос- ле нагрузки /8/	$\pm 0,15$ $0,03$	$\pm 0,13$ $0,03$	$\pm 0,42^{*)}$ $0,05$	$\pm 0,30$ $0,04$	$\pm 0,31^{*)}$ $0,02$	$\pm 0,34$ $0,04$
Субклеточные фракции надпочечников в мг/г сырой ткани						
Контроль	$\pm 84,1$ $9,2$	$\pm 13,9$ $1,45$	$\pm 380,5$ $26,4$	$\pm 127,6$ $14,8$	$\pm 204,5$ $14,5$	$\pm 108,6$ $10,6$
Введение адрена- лина/9/	$\pm 92,7$ $6,8$	$\pm 15,2$ $1,4$	$\pm 420,0$ $31,9$	$\pm 142,5$ $16,1$	$\pm 243,2$ $19,5$	$\pm 112,5$ $9,6$
30-мин бег/9/	$\pm 70,5$ $10,4$	$\pm 15,9$ $2,5$	$\pm 290,6^{*)}$ $21,4$	$\pm 160,9$ $14,4$	$\pm 189,0$ $16,3$	$\pm 117,5$ $11,2$
Введение адрена- лина после нагрузки/8/	$\pm 170,4^{*)}$ $13,2$	$\pm 22,4$ $3,4$	$\pm 682,7^{*)}$ $42,4$	$\pm 155,6$ $17,0$	$\pm 375,6^{*)}$ $22,7$	$\pm 124,8$ $10,4$

Обозначение $^{*)}$ Достоверные отличия от контроля
/P < 0,05

крови оказалось увеличенным содержание свободных форм А, то вероятно, что в растворимую фракцию сердечной ткани, где находятся лабильные, а также экстраневральные формы КА /10, 16/, адреналин попадает именно из надпочечников.

Полагают /1,7/, что в организме встречаются свободные адренорецепторы, которые не связаны с симпатическими окончаниями и которые реагируют на значительно повышенную кон-

Таблица 2

Содержание катехоламинов /в мкг/л/ в плазме
крови после нагрузки и введения адреналина
/ $\bar{x} \pm m$ /

Условия опыта и число животных	Белковосвязанный		Свободный	
	A	HA	A	HA
Контроль /12/	0,52 \pm 0,05	0,71 \pm 0,06	-	0,78 \pm 0,05
Введение адреналина /8/	1,08 \pm 0,04 [*]	0,82 \pm 0,06	1,78 \pm 0,09 [*]	1,11 \pm 0,08
30-мин. бег /7/	1,79 \pm 0,09 [*]	1,51 \pm 0,07 [*]	0,94 \pm 0,06 [*]	1,77 \pm 0,06 [*]
Введение адреналина после бега /7/	2,78 \pm 0,24 [*]	1,62 \pm 0,17 [*]	4,07 \pm 0,51 [*]	1,85 \pm 0,09 [*]

Обозначение * Достоверные отличия от контроля / $p < 0,05$ /

центрацию А. Так как в данном опыте были использованы нетренированные животные, то неожиданно резкая нагрузка обусловила перебой в обмене веществ, в силу чего могла быть увеличена аффинность миокарда в отношении А, стимулирующего некоторые ключевые ферменты гликогенолиза /II,19,22/. Выяснилось, что введение А крысам после нагрузки привело к достоверному увеличению содержания А в микросомальной и растворимой фракциях обоих органов. Увеличивалось и связывание А с белками плазмы крови после нагрузки /табл.2/. Поскольку концентрация введенного А превышает физиологические дозы, то возможно, что повышенное связывание представляет собой защитную реакцию организма стабилизировать и инактивировать А. Возможно и то, что мышечная нагрузка, активизируя кровообращение, а также окислительные процессы /производство АТФ/, способствует связыванию А с хромафинными гранулами и таким образом его захватыванию из циркуляции.

В ы в о д ы

1. После 30-минутной нагрузки в микросомальной фракции сердечной ткани содержание норадреналина уменьшается, а в растворимой фракции повышается содержание адреналина, так и норадреналина. В надпочечниках уменьшается в микросомальной фракции содержание адреналина.

2. После физической нагрузки адреналин связывается всеми фракциями сердечной ткани и надпочечниках. Повышенной оказалось способность белков плазмы крови связывать адреналин.

Л и т е р а т у р а

1. Колесов Д., В кн.: Биогенные амины, 48, 1967.
2. Матлина Э.Ш., Т.Г.Рахманова, В кн.: Методы исследования некоторых систем гуморальной регуляции, 1967.
3. Phagat, B., J. Pharmacol. and Exptl. Therap. 157, 74, 1967.
4. Brodie, B., M. Beaven, Med. exp. 8, 320, 1963.
5. Campos, H., F. Shidman, Int. J. Neuropharmacol. 1, 13, 1962.
6. Champlain, J., L. Krakoff, J. Axelrod, Circul. Research, 24, Suppl. I, 75, 1969.
7. Crout, J., Arch. exp. Path. pharmacol., 248, 85, 1964.
8. Herrting, G., J. Axelrod, R. Patrick, Brit. J. Pharmacol. 18, 161, 1962.
9. Iwersen, L. Brit. J. Pharmacol., 21, 523, 1963.
10. Iwersen, L. The uptake and storage of noradrenaline in sympathetic nerves. Cambridge university Press, 19, 1967.
11. Kopin, I., E. Gordon, Nature, 199, 1289, 1963.
12. Kopin, I., Pharmacol. Rev. 18, 513, 1966.
13. Masuoka, O., A. Alcarac, Earle, R. J. Pharmacodyn. and Pharmacol., 19, 379, 1967.
14. O'Hanlon, J. F., H. C. Campuzano, Analyt Biochem. 34, 568, 1970.
15. Potter, L., J. Axelrod, J. Pharmacol. Exp. Therap., 142, 291, 1963.
16. Potter, L., J. Axelrod, J. Pharmacol. Exp. Therap. 142, 299, 1963.
17. Raab, W., W. Gigg, Circul. Res., 3, 553, 1955.
18. Sokal, J., Sarcione, E., Nature, 204, 881, 1964.
19. Stitzel, R., H. Campos, F. Shidman, Int. J. Neuropharmacol., 4, 327, 1965.
20. Vendsalu, A., Acta physiol. Scand., Suppl. 173, 1960.
21. Williamson, J., J. Biochem. 238, 2921, 1964.

ДИНАМИКА ЭКСКРЕЦИИ КАТЕХОЛАМИНОВ, ГИСТАМИНА и 5-ОКСИИНДОЛУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ У СПОРТСМЕНОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

И.Л.Вайсфельд, В.Н.Васильев, Д.И.Илотович, Э.Ш. Матлина, К.М.Халимова

Лаборатория проблем управления функциями организма человека и животных им. Н.И.Граденкова АН СССР /и.о. директора Г.Н.Кассиль/, кафедра физиологии /зав.В.И.Коц/ Гос. центрального ордена Ленина Института физкультуры, Институт детей и подростков физиологии АПН СССР /и.о. директора В.И.Филиппович/.

Изучали динамику экскреции с мочой катехоламинов, гистамина и 5-оксииндолуксусной кислоты у спортсменов - велосипедистов в процессе проведения соревновательной нагрузки, восстановительного периода и повторной соревновательной нагрузки. Было установлено, что в исходном фоне экскреция норадреналина снижена, а выделение гистамина увеличено. Соревновательная работа /1800-2000 кгм/мин, длительность 5 мин, дважды с часовым интервалом/ вызвала увеличение экскреции адреналина и снижение 5-оксииндолуксусной кислоты. При повторной работе, через 12 дней после первой, характер реагирования гормонально-медиаторной системы был изменен в сторону увеличения выделения норадреналина. При тренировочном тесте /ступенчато-возрастающая нагрузка от 600 до 1200 кгм/мин, продолжительность 30 мин/, выявлено снижение экскреции гистамина. При тестах /той же характеристики/, проведенных после соревновательной работы, отмечалось также снижение экскреции катехоламинов, ДОФА и 5-оксииндолуксусной кислоты. Таким образом, на протяжении всего периода исследований отмечались значительные колебания в соотношениях изучаемых показателей, свидетельствующие о напряженном состоянии нейро-гуморальных регуляторных систем.

Известно, что спортивная тренировка и соревновательные выступления сопровождаются заметными изменениями в

эксекреции катехоламинов /3, 4, 7, 8/. Вместе с тем, мало исследован вопрос о восстановлении активности симпато-адреналовой системы после истощающих спортивных состязаний.

Имеются также данные об изменении некоторых сторон обмена серотинина при физических нагрузках /8/. Что касается системы гистамина, то ему уделялось сравнительно меньшее внимание. Вместе с тем хорошо известно участие гистамина в ряде физиологических функций: регуляции сосудистого тонуса, стимуляции желез внутренней секреции, повышении проницаемости капилляров и регуляции микроциркуляции крови /1, 10/.

Задачей настоящей работы явилось изучение динамики экскреции с мочой катехоламинов, гистамина и продукта метаболизма серотонина - 5-оксидолуксусной кислоты / 5-ОИУК / у спортсменов в процессе проведения соревновательной нагрузки, восстановительного периода и повторной соревновательной нагрузки.

М е т о д и к а

Работа проводилась на 7 спортсменах - велосипедистах в возрасте от 18 до 38 лет, занимающихся велоспортом от 4,5 до 17 лет. Спортивная квалификация испытуемых была высокой: мастера спорта и кандидаты в мастера. Опыты проводили на велоэргометре "Монарк" в фиксированное время суток.

Исследовали контрольную мочу, собранную в течение трех часов без нагрузки. Вторым контролем служила моча, собранная на другой день в те же часы во время выполнения тестовой нагрузки /тест I/. Последняя состояла в выполнении ступенчато-возрастающей работы, продолжительностью 30 мин. Интенсивность нагрузки подбиралась индивидуально с таким расчетом, чтобы пульс на третьей, последней ступени, не превышал 120-160 уд/мин. Интенсивность нагрузки не превышала 1200 кГм/мин.

Настоящая работа является частью комплексных исследований, проводимых совместно с Л.П.Матвеевым, В.К.Калининым, Н.Н.Озолиным и В.А.Галковым /Лаборатория программирования тренировки и физиологии спортивной работоспособности института ЦОЛИФК/.

На следующий день испытуемые выполняли работу в максимальном темпе соревновательных выступлений /работа I/, продолжительностью в 5 мин, дважды с часовым интервалом. Величина нагрузки подбиралась индивидуально. Показателем работоспособности служило время выполнения нагрузки, а также количество выполненной работы в кГм/мин. В среднем интенсивность работы составляла до 2000 кГм/мин.

В течение последующих 5 дней восстановительного периода испытуемые выполняли тестовые нагрузки /тесты 2, 3, 4, 5, 6/ равные по интенсивности тесту - I; через 7 дней после

последнего теста была вновь проведена соревновательная нагрузка /работа 2/.

Содержание катехоламинов и ДОФА в моче определяли по методу Э.А.Матлиной и соавт. /6/, по методу И.Л.Вайсфельд и Р.Ф.Ильичевой /2/, содержание 5-ОИУК в моче, по Юдениренду и соавт. /11/. Полученные данные обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Как видно из таблицы, фоновая экскреция адреналина, дофамина, ДОФА и 5-ОИУК находилась в пределах нормы, характерной для нетренированных здоровых людей. Исключение составили лишь низкий уровень экскреции норадреналина /6,3 нг/мин при норме 10 нг/мин/ и высокое содержание в моче гистамина /167,0 нг/мин при норме 52,0 нг/мин/.

При воздействии нагрузки /тест I/ отмечено статистически достоверное уменьшение выделения гистамина. На следующий день при выполнении испытуемыми соревновательной работы /работа I/ можно было отметить достоверное увеличение экскреции адреналина и уменьшение выделения 5-ОИУК.

При выполнении двух тестов /тест 2 и 3/ в последующие после работы дни по сравнению с исходным фоном достоверным явилось резкое снижение выделения адреналина, норадреналина, дофамина и гистамина.

Тесты 4 и 5 характеризовались повышением ранее сниженных величин экскреции норадреналина, дофамина и ДОФА, а также уменьшением экскреции 5-ОИУК. При тесте 6 отмечалось приближение уровня норадреналина к исходной величине, при значительно уменьшенном содержании дофамина.

Экскреция гистамина при всех проведенных тестах была сниженной по сравнению с фоном.

При повторной соревновательной нагрузке /работа II/ наблюдалось значительное увеличение экскреции норадреналина и ДОФА; выделение гистамина оставалось низким.

Обсуждение результатов

При анализе полученных результатов мы исходили из положений, развиваемых в нашей лаборатории /5/, согласно которым нейро-гуморальные сдвиги в организме определяют и часто предшествуют вегетативно-физиологическим изменениям

Экскреция катехоламинов, ДОФА, гистамина и 5-ОИУК с мочой
у спортсменов при физической нагрузке

Дни иссле- дования	Воздейст- вие	Адреналин	Норадре- налин	Дофамин	ДОФА	Гистамин	5-ОИУК
		нг/мин	нг/мин	нг/мин	нг/мин	нг/мин	нг/мин
		3	4	5	6	7	8
153	1 Фон	5,8 ⁺ 1,5	6,3 ⁺ 1,8	510 ⁺ 117	15,4 ⁺ 3	167,0 ⁺ 21	3,3 ⁺ 0,62
	2 Тест I	4,8 ⁺ 0,9	10,3 ⁺ 2	322 ⁺ 62	21,6 ⁺ 14	80,0 ⁺ 20 ^x	5,2 ⁺ 0,75
	3 Работа I	13,2 ⁺ 2,9 ^x	10,3 ⁺ 4	731 ⁺ 87	18,0 ⁺ 4,1	117 ⁺ 20	1,8 ⁺ 0,29 ^x
	4 Тест 2	8,0 ⁺ 2,2	1,7 ⁺ 1,1 ^x	352 ⁺ 99	8,6 ⁺ 2 ^x	90 ⁺ 17 ^x	4,4 ⁺ 0,3
	5 Тест 3	3,3 ⁺ 0,6 ^x	0,4 ⁺ 0,8 ^x	161 ⁺ 23 ^x	7,6 ⁺ 1,2 ^x	111 ⁺ 8,8	4,4 ⁺ 0,9
	6 Тест 4	6,7 ⁺ 1,8	4,0 ⁺ 2	288 ⁺ 91	44,0 ⁺ 15 ^x	107 ⁺ 15 ^x	1,6 ⁺ 0,4
	7 Тест 5	6,5 ⁺ 1,8	3,9 ⁺ 2	280 ⁺ 35 ^x	14,0 ⁺ 5,8	74 ⁺ 15	1,3 ⁺ 0,27 ^x
	8 Тест 6	3,2 ⁺ 1,5	6,2 ⁺ 3	196 ⁺ 36 ^x		78 ⁺ 13 ^x	2,4 ⁺ 0,4
	15 Работа II	8,1 ⁺ 1,1	36 ⁺ 8,4 ^x	311 ⁺ 49	52 ⁺ 8,7 ^x	91 ⁺ 19 ^x	2,9 ⁺ 0,4

x - статистические достоверные различия
(p < 0,05) по сравнению с фоном

в организме. В связи с этим, комплексное исследование активности нейромедиаторных систем может служить критерием для суждения о состоянии организма в период соревновательной нагрузки.

Полученные результаты выявляют, что у спортсменов-велосипедистов экскреция катехоламинов /а именно, норадреналина/ снижена по сравнению с данными, выявленными у нетренированных здоровых людей. Если у нетренированных здоровых людей отношение норадреналина к адреналину было равно 3-4, то у обследованных спортсменов эта величина составила 1,1. Соревновательная нагрузка /работа I/ привела к выбросу адреналина, что, по-видимому, связано с активацией гормонального звена симпато-адреналовой системы.

Контрольный тест не вызвал существенных изменений в экскреции катехоламинов и ДОФА. Два теста, проведенные после соревновательной нагрузки, привели к снижению выделения всех катехоламинов и ДОФА. Наибольшие изменения отмечены при тесте 3. Возможно, что они связаны с общим снижением активности симпато-адреналовой системы и ее резервов, наступающие после активации симпато-адреналовой системы, вызванной соревновательной нагрузкой. При проведении последующих тестов отмечалась постепенная нормализация сдвигов. Интересно отметить, что повторная соревновательная нагрузка /работа II/, равная по интенсивности первой, вызывала увеличение экскреции не адреналина, а норадреналина. Эти данные показывают, что при повторении работы может изменяться характер реагирования симпато-адреналовой системы.

Выявлен высокий исходный уровень экскреции гистамина с мочой у спортсменов-велосипедистов. Если принять во внимание, что гистамин является регулятором микроциркуляции, определяющим потребность тканей в снабжении их кровью и кислородом, можно предположить, что высокий исходный уровень выделения гистамина у спортсменов является благоприятным. Выделение же 5-ОИУК находилось в пределах нормальных колебаний.

Следует особо подчеркнуть, что после первого физического воздействия /тест I/, при отсутствии изменений в экскреции катехоламинов и 5-ОИУК, резко снизилось лишь содержание гистамина в моче. При последующих воздействиях.

тестах и повторной соревновательной нагрузке, — наблюдаемые изменения имели тенденцию нарастать или снижаться в течение всего периода исследования, однако, как правило, уровень гистамина оставался низким по сравнению с фоном.

Существенные изменения в сторону снижения экскреции 5-ОИУК, отмечены во время соревновательной работы I. Здесь выявляется различная направленность сдвигов в адренэргической и серотонинэргической системах.

Таким образом, на протяжении всего периода исследований наблюдались значительные колебания в выделении с мочой адреналина, норадреналина, гистамина и 5-ОИУК, что свидетельствует о напряженном состоянии нейро-гуморальных регуляторных систем. Поскольку общее клинико-физиологическое состояние испытуемых, а также их самочувствие после каждой нагрузки были удовлетворительными, то отсюда следует, насколько важно учитывать состояние внутренней среды организма для целей прогнозирования спортивных состязаний.

Л и т е р а т у р а

1. Вайсфельд И.Л. Система гистамин-диаминоксидаза-гистаминопексия при некоторых физиологических и патологических состояниях организма. Докт. дисс., 1969.
2. Вайсфельд И.Л., Ильичева Р.Ф. Лабор. дело, в печати.
3. Горохов Л.А. Физиолог. ж. СССР, 55, 1411, 1969.
4. Зутлер А.С. В кн.: "Нейро-гуморальная регуляция в норме и патологии". Ужгород, 126, 1965.
5. Каччиль Г.Н. Вестн. АМН, СССР, 7, 64, 1966.
6. Матлина Э.Ш., Киселева З.М., Софиева И.Э. В кн.: "Методы исследования некоторых гормонов и медиаторов". М., 25, 1965.
7. Меньшиков В.В., Большакова Т.Д., Эрез В.П., Лукичева Т.И., Дибобес Б.К. Пробл. Эндокрин., 17, 1, 45, 1973.
8. Разумов С.А., Стабровский Е.М. В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 300, Тарту, 1969.
9. Kärki M.T., Acta physiol. Scand., 39, Suppl., 132, 1956.
10. Schayer R.W., Am. J. Physiol., 202, 66, 1962.
11. Udenfriend S., Titus E., Weissbach H., J. biol. Chem., 216, 499, 1955.

О СВЯЗИ ДИНАМИКИ СООТНОШЕНИЯ ФУНКЦИЙ С СОДЕРЖАНИЕМ САХАРА, ПИРОВИНОГРАДНОЙ И МОЛОЧНОЙ КИСЛОТ, КАТЕХОЛАМИНОВ И АКТИВНОСТЬЮ АДРЕНАЛИНОКСИДАЗ, ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И ХОЛИНЭСТЕРАЗЫ В АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ ПРИ БЕГЕ НА ТРЕТБАНЕ

В.А.Пегель, С.М.Ксенц, С.А.Хорева, Г.П.Молостова

Кафедра физиологии человека и животных /зав. В.А.Пегель/
и лаборатория физиологии НИИ биологии и биофизики Томского университета, Томск

В работе представлены исследования на людях 30-летнего и на собаках 2-5-летнего возраста, показавшие, что в ходе бега на третбане существенно изменяется состояние значительного комплекса регистрируемых показателей сердечно-сосудистой /кровяное давление, частота сердечбиений, ЭКГ/, дыхательной /частота и глубина дыхания, легочная вентиляция, потребление O_2 , выделение CO_2 , дыхательный коэффициент/, терморегуляторной /ректальная температура у собак и кожная у людей/ и мышечной систем /ЭМГ икроножной мышцы человека/. Кроме того, биохимический анализ крови собак показал, что 20-минутный бег со скоростью 11 км/час сопровождается сохранением уровня содержания сахара в крови, кратковременным увеличением количества в крови катехоламинов, активности лактатдегидрогеназы, количества пировиноградной и молочной кислот и уменьшением активности холинэстеразы и ацетилхолинэстеразы.

Априорное методологически правильное утверждение, что напряженная мышечная деятельность сопровождается значительными физиологическими и биохимическими сдвигами, нарушением регуляции функций, все ещё требует экспериментального обоснования, поскольку правильно пользоваться данной теоретической установкой можно только при знании взаимоотношений органов и систем непосредственно во время рабочей деятельности. протекающей в данных конкретных условиях.

В настоящей работе, являющейся продолжением предыдущих исследований /4,5/, представлены данные, указывающие на связь между динамикой ряда показателей сердечно-сосудистой, дыхательной, терморегуляторной и выделительной систем с содержанием в крови адреналина, норадреналина, сахара, молочной

кислот, адренаинооксидаз, холинэстераз и лактатдегидрогеназн.

МЕТОДИКА

Решение поставленной задачи производилось с помощью описанной нами ранее /1,2,3/ методики, позволяющей непосредственно во время бега собаки и человека регистрировать непрерывно и одновременно многие из перечисленных выше показателей. Многократное взятие проб крови из брюшной аорты и её анализ в основном производилось по описанной нами ранее методике /4/, за исключением адренаинооксидаз, определение которых проводилось по описанной в литературе методике /6/. Опыты проводились на собаках 2-5-летнего и на людях 30-летнего возраста. Экспериментальный материал обработан статистически.

Результаты исследований

На рисунках 1 и 2 представлены кривые, иллюстрирующие существенные изменения динамики комплекса физиологических показателей у бегущих на тротуаре собаки и человека. Мы считаем, что указанные сдвиги показателей регистрируемых функций в значительной мере определяются возникшими при беге изменениями состояния гуморального звена их регуляции. Так, опыты на собаках показали /рис.3/, что в покое при стоянии достоверных сдвигов в величине изучаемых показателей крови у собак нет, тогда как на 10-й минуте бега со скоростью 11 км/час имело место максимальное увеличение концентрации норадренаина $P < 0,001$ и адренаина $P < 0,05$. К концу бега и в первые 10 минут отдыха количество норадренаина хотя и снижается, но остается достоверно $P < 0,001$ выше дорабочего уровня, тогда как концентрация адренаина в конце бега падает до фоновых значений, а затем в начале восстановительного периода вновь превышает дорабочую величину. Значительный подъём уровня адренаина во время бега держится недолго, поскольку он интенсивно окисляется адренаинооксидазами, количество которых в крови к концу бега увеличивается почти в 1,5 раза. В первые 20 минут после бега содержание адренаина и норадренаина в крови достоверно возрастает, тогда как активность адренаинооксидаз падает до дорабочего уровня, оставаясь в этих пределах до 90-й минуты опыта. Следующий затем новый подъём активности адренаинооксидаз, вероятно, вновь приводит к падению содержания адренаина и норадренаина в крови.

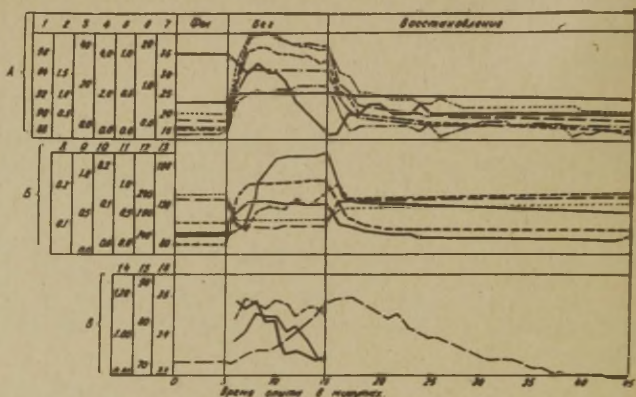


Рис. I.

Влияние бега на тротуаре со скоростью 12 км/час на динамику и соотношение функций у мужчин 30-летнего возраста.

Обозначения: А - 1) насыщение крови O_2 /в%/; 2) дыхательный коэффициент; 3) выделение CO_2 /в мл/ мин/кг/; 4) потребление O_2 /в мл/ мин/кг/; 5) легочная вентиляция /в л/ мин/кг/; 6) глубина дыхания /в л/; 7) частота дыхания /дых/ мин/; 8) зубец R/в мв/; 9) зубец T/в мв/; 10) интервал P-Q /в сек./; 11) интервал P-R/в сек/; 12) кровяное давление /в мм.рт.ст./; 13) частота пульса /уд/ мин./; 14) площадь, амплитуда электр. активность /в усл.ед./; 15) частота шагов в минуту; 16) температура кожи /в $^{\circ}C$ /.

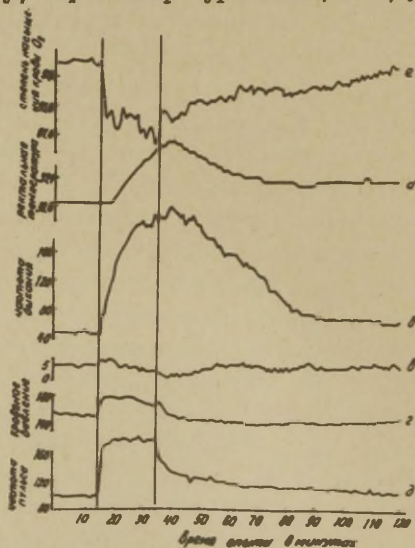


Рис. 2.

Влияние бега на тротуаре со скоростью 12 км/час на динамику и соотношение функций у собак.

Обозначения: а - температура тела /в $^{\circ}C$ /; б - частота дыхания /дых в мин/; в - диурез; г - кровяное давление; д - частота пульса; е - степень насыщения крови кислородом.

Рис.3.

Влияние бега на тротбане со скоростью II км/час на содержание адреналина, активность адреналиноксидаз, холинэстеразы плазмы и эритроцитов артериальной крови собак 2-5-летнего возраста.

Обозначения: I-x-адреналин /в мкг/л/: -o-норадреналин /в мкг/л/: --адреналиноксидазы /в Ммл/час/: - -холинэстераза плазмы/в мкг/мин/: — холинэстераза эритроцитов /в мкг/мин/: начало и конец нагрузки: знак достоверности изменения относительно исходного уровня.

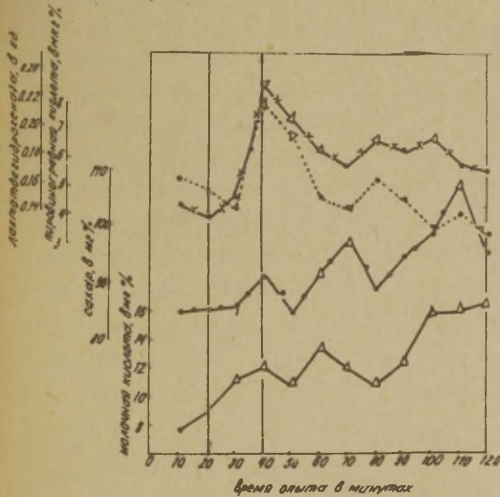
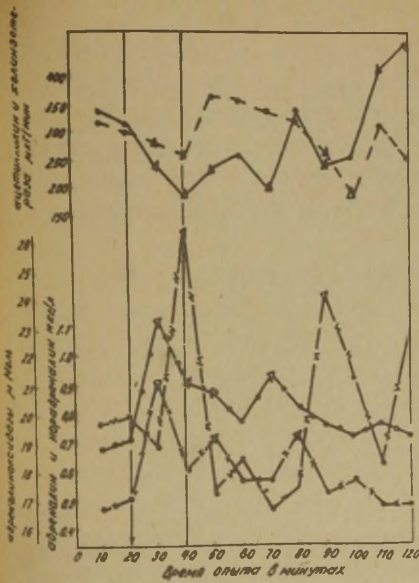


Рис.4.

Влияние бега на тротбане со скоростью II км/час на содержание сахара, пировиноградной кислоты, молочной кислоты и активность лактатдегидрогеназы в артериальной крови собак 2-5-летнего возраста.

Обозначения: --молочная кислота /в мг%/: -o-сахар/в мг%/: -x-пировиноградная кислота/в мг%/: ...активность лактатдегидрогеназы /в М/мин./; начало и конец нагрузки; знак достоверности изменения относительно исходного уровня.

Заданная мышечная нагрузка уже через 10 минут своего действия вызвала достоверное $P < 0,001$ снижение активности холинэстераз как в плазме крови, так и в эритроцитах /рис.3/. После бега пониженный уровень холинэстераз держался сравнительно долго и только на 100 – 110-й минутах опыта количество холинэстеразы эритроцитов достоверно $P < 0,05$ превысило исходную величину.

Как видно из рис.4, изучаемая динамическая работа у 2–5-летних собак протекала при постоянном уровне сахара в крови. Это свидетельствует о том, что несмотря на значительный расход, вследствие неполного его окисления, он поставлялся из гликогенных депо в достаточных количествах. Достоверное $P < 0,05$ увеличение содержания сахара в крови отмечено лишь в восстановительном периоде, когда его усиленная поставка ещё продолжается, а повышенной расход прекращён. О том, что данная физическая нагрузка протекает в анаэробных условиях свидетельствует достоверный подъём уровня пирувиноградной $P < 0,001$ и молочной кислот $P < 0,05$ в крови во время её выполнения, как это отмечалось и ранее /4/. С прекращением бега количество пирувата в крови снижается, но всё же остаётся достоверно выше фоновых цифр. Параллельно с снижением пирувата падает до фоновых значений и активность лактатдегидрогеназы / во время бега её активность увеличилась в 1,5–2 раза/. Очевидно, во время бега растёт концентрации субстратов, на которые действует лактатдегидрогеназа, увеличивал её выход из тканей в кровяное русло. Содержание же молочной кислоты после бега возрастает ещё более.

Обсуждение результатов

Кривые на рисунках 1 и 2 показывают, что данная мышечная нагрузка в конечном счёте обеспечивается энергетически и пластически, поэтому и собака и человек способны её выполнить. Свидетельством тому является довольно стойкий уровень частоты шагов и ряда показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем у бегущего человека, содержания сахара в крови, частоты пульса и величины кровяного давления у бегущей собаки. Однако, наряду с этим, по мере продолжения бега мы усматриваем и элементы всё углубляющегося нарушения соотношения функций за счёт непрерывного снижения степени насыщения крови O_2 , электрической активности мышц, роста темпе-

ратуры, увеличение количества пирувата и лактата в крови. Все эти изменения по принципу обратной связи влияют на состояние различных звеньев нейро-эндокринной регуляции функций во время мышечной деятельности, о чём говорит динамика содержания в крови катехоламинов, адреналиноксидаз и холинэстераз, указывающая на изменение симпатических и парасимпатических влияний.

Усиление симпатических влияний проявляется сначала в значительном росте содержания катехоламинов в крови. Однако последующее их снижение во время работы ещё не говорит об угнетении их секреции и, стало быть, влияния. Вероятнее всего, такое падение является результатом очень быстрого их инактирования адреналиноксидазами, содержание которых в это время увеличивается. Сообщения о том, что во время тяжёлой физической нагрузки содержание адреналиноксидаз может вследствие интенсивного выхода из печени в кровь увеличиваться, в литературе имеются /6/ .

Каково направление парасимпатических влияний во время бега на основании наших данных говорить трудно, но учитывая широко распространенное мнение о том, что парасимпатические влияния, усиливаясь, способствует накоплению энергетических потенциалов и восстановлению веществ, израсходованных в результате активной деятельности, нами /4/ ранее было высказано предположение, что во время статической нагрузки парасимпатические влияния и, следовательно, восстановительные процессы угнетаются. Это согласуется с указанным выше уменьшением содержания холинэстеразы в крови /рис.3/. Но может оказаться, что последнее является следствием усиления её инактивации ацетилхолином, секреция которого нервными окончаниями во время бега может возрасти, если допустить, что физическая нагрузка в виде бега со скоростью II км/час связана с усилением холинэргической активности, с усилением восстановительных процессов, но при значительном преобладании над ними процессов распада, активизируемых возросшими симпатическими влияниями. Ответ на этот вопрос, на наш взгляд, могли бы дать лишь сведения о динамике содержания в крови ацетилхолина.

В ы в о д ы

1. Бег на третбане со скоростью 12 км/час у людей и со скоростью 11 км/час у собак вызывает достоверные сдвиги и ведёт к нарушению соотношения регистрируемых показателей дыхательной, сердечно-сосудистой, терморегуляторной, выделительной, мышечной и эндокринной систем, а также в химизме крови.
2. Сохранение устойчивого уровня содержания сахара в крови, несмотря на усиление анаэробных процессов, о чём свидетельствует нарастание в крови концентрации пирувата и лактата и увеличение активности лактатдегидрогеназы, указывает на способность организма обеспечить данную работу энергетически.
3. Достоверное увеличение содержания адреналина, норадреналина и падение активности адреналиноксидаз в крови в начале бега собак на третбане и снижение содержания адреналина и норадреналина при одновременном резком росте активности адреналиноксидаз в конце бега свидетельствуют об усилении симпатических влияний во время действия на организм динамической нагрузки.
4. Уменьшение активности холинэстеразы и ацетилхолинэстеразы при беге свидетельствует об изменении парасимпатических влияний при данном виде мышечной деятельности, но не указывает их направления /усиление или ослабление/.

Л и т е р а т у р а

1. Ксенц С.М., Щербаков Ю.В., Физиол.ж. СССР, 52, 198, 1966.
2. Ксенц С.М., Ляшкевич Р.П., Самышкин П.А., В сб. Развитие физиологического приборостроения для научных исследований в биологии и медицине, 280, М., 1968.
3. Ксенц С.М., Самышкин П.А., Ляшкевич Р.П., Щербаков Ю.В., Селетников И.М., В сб. Электронная техника в спорте, 132, Киев, 1970.
4. Пегель В.А., Ксенц С.М., Молостова Г.П., Хорева С.А., Лаврухина Т.А., Глазунова С.А., В сб. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 2, 199, Тарту, 1971.
5. Пегель В.А., Ксенц С.М., Хорева С.А., Бюлл. эксп. биол. и м. мед., 8, 6, 1972.
6. Billewicz-Stankiewicz J. und Tyburczyk W., Int. Z. angew. Physiol., 20, 62, 1963.

ПОКАЗАТЕЛИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА И
ФЕХТОВАЛЬЩИКОВ В ПЕРИОД ТРЕНИРОВОК, СОРЕВНОВАНИЙ И
ОТДЫХА.

Н.А.Земцова, М.П.Пакош, А.М.Мелехова, Н.А.Калиниченко
М.Б.Звеков, В.И.Полухин, Г.В.Марков, Л.П.Тишковец,
Т.А.Холявко.

Львовский государственный институт физической культуры,
Институт биофизики АН СССР.

Показано влияние тренировочных и соревновательных нагрузок, а также дней отдыха на функциональное состояние симпато-адреналовой, нервной и сердечно-сосудистой систем и обеспеченность витаминами стрелков из лука и фехтовальщиков.

Анализ данных показал, что не все спортсмены способны адаптироваться к тренировочным и, особенно, соревновательным нагрузкам.

При хорошей адаптации спортсменов к указанным нагрузкам наблюдается высокие спортивные показатели с последующей нормализацией ряда функций организма в период восстановления.

Витаминизация спортсменов оказывает благоприятное влияние на все изучаемые функции спортсменов.

Сложный комплекс реакций, возникающий при общем адаптационном синдроме, окончательно не разрешен.

По Г.Селье, в возникновении стресс-реакции и развития адаптации отдавалось предпочтение системе гипофиз-кора надпочечников (1, 4, 14, 15, 23).

В настоящее время определена пусковая роль гипоталамуса в возникновении защитных средств против стрессора. Первоначально из гипоталамуса выделяется норадреналин, затем из мозгового слоя надпочечников катехоламины, адреналин которых стимулирует клетки гипоталамуса к выделению релизингов, способствующих в гипофизе синтезу АКТГ. Последний обеспечивает продуцирование гормонов коры надпочечников (18, 19, 22).

По-видимому, адреналин и норадреналин можно расценивать как гормоны тревоги, несущие на себе функции первичных агентов в стрессовой реакции.

Установлено увеличение содержания катехоламинов в крови и моче во время эмоционального стресса, что можно понимать как повышение функционального состояния симпато-адреналовой системы в организме животных и человека (3,9).

При частом и интенсивном возбуждении симпато-адреналовой системы, её компенсаторная функция может быть нарушена. В этом случае возможна повышенная продукция катехоламинов, приводящая к ряду неблагоприятных эффектов.

Мышечная деятельность вызывает сдвиги в функциональном состоянии симпато-адреналовой системы (7, 9, 10). Интересны изменения содержания катехоламинов в крови и моче спортсменов с преобладанием норадреналина в крови при "надкритических" нагрузках, идущих с превышением кислородного запроса над максимальным его потреблением (11). Имеет место определенная направленность исследований о роли функционального состояния симпато-адреналовой системы в спорте, как критерий тренировки (5, 6, 12) и адекватности физических нагрузок у спортсменов (8).

Стрельба из лука и фехтование, как ациклические виды спорта, характеризуются работой переменного характера умеренной интенсивности в условиях нормальной обеспеченности кислородом. У стрелков из лука и фехтовальщиков наблюдается длительное использование оптимального функционального состояния нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем (13), что, безусловно, вызывает определенное напряжение не только физического, но и эмоционального порядка.

Целью настоящего исследования явилось изучение показателей эмоционального состояния стрелков из лука и фехтовальщиков в период тренировок, соревнований и дни отдыха и выявление способности адаптироваться к стрессовым ситуациям с последующим восстановлением и достижением высоких спортивных результатов.

М е т о д и к а

Проведены комплексные исследования функционального состояния симпато-адреналовой, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, количества молочной кислоты в крови и

белка в моче с учетом обеспеченности организма спортсменов витаминами С и РР.

В моче исследовались катехоламины /20/, аскорбиновая кислота, метилникотинамид /МНА, 21/. Функциональное состояние ЦНС характеризовалось с помощью ЭЭГ, сердечно-сосудистой — с использованием ЭКГ и измерением АД. Проведены клинические пробы по исследованию вегетативной нервной системы /глазо-сердечный рефлекс Ашнера-Данини, клino-статические и ортостатические рефлексy/. Использованы педагогические наблюдения, учтены спортивные достижения.

Результаты и их обсуждение

Под нашим наблюдением находилось 25 стрелков из лука высшей квалификации и 50 фехтовальщиков, обследуемых в период углубленного медико-биологического обследования учебно-тренировочных сборов, ответственных соревнований с мая 1971 по сентябрь 1972 года. Обследование проводилось до, во время и после тренировок и соревнований, а также в дни отдыха спортсменов.

В обычных жизненных ситуациях у детей и взрослых людей в состоянии полного здоровья и не занимающихся спортом, выделение катехоламинов с мочой характеризуется преобладанием содержания в ней норадреналина над адреналином, превосходящее в 10 раз и больше (2, 3, 16, 17).

В период первичных обследований у большинства спортсменов выявлено преобладание выделения адреналина с мочой над норадреналином на фоне гиповитаминоза С и РР. Данные ЭЭГ свидетельствуют о признаках нервного переутомления стрелков из лука, проявляющихся при нагрузках.

Все стрелки из лука могут быть распределены на два типа — повышенной интенсивности нервных процессов и значительной возбудимости их.

По данным ЭКГ также выявлены признаки переутомления и нарушения обмена в сердечной мышце (сопоставление функциональных проб и данных ЭКГ). В частности, выявлена реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузку с недовосстановлением пульса и АД.

Показатели состояния вегетативной нервной системы свидетельствуют о замедлении ЧСС чаще в пределах нормы.

В результате тренировочных нагрузок у всех спортсменов наблюдалось повышение выделения катехоламинов с мочой. Эти изменения имели более четко выраженный характер, если тренировочные занятия были интенсивные, эмоционально насыщенные и

носили соревновательный характер (соревновательные бои, контрольные стрельбы). Такие тренировки, как правило, сопровождались увеличением выделения витамина С и РР с мочой.

Интенсивные тренировочные занятия вызывали также у некоторых спортсменов ухудшение состояния ЦНС с признаками нервного переутомления как в вегетативной, так и в центральной нервной системе (ЭЭГ иЭКГ).

Известно, что соревновательные нагрузки предъявляют повышенные требования к организму спортсменов. В частности, значительно повышается функциональное состояние симпато-адреналовой системы, выражающееся в усиленном выделении катехоламинов. Однако наблюдались случаи понижения функционального состояния симпато-адреналовой системы у спортсменов с неустойчивой нервной системой.

Для таких стрелков из лука общепризнанный перерыв (15 минут) между дистанциями при выполнении упражнений М-1 и М-2 оказывается явно недостаточным.

Следует отметить, что у призеров соревнований (стрелки и фехтовальщики) наряду с умеренным повышением адреналина резко увеличивалась экскреция норадреналина, сопровождающаяся альбинурией при незначительном повышении молочной кислоты в крови.

Повышение эмоциональной напряженности во время соревнований приводит к выраженным нарушениям функций в организме, хотя и кратковременно, у эмоционально-неустойчивых стрелков, свидетельствующие о чрезвычайном эмоциональном напряжении. Если спортсмен не адаптируется к этим условиям, то может произойти нервный срыв, требующий специализированного лечения.

Соревновательные нагрузки предъявляют повышенные требования к использованию витаминов С и РР.

При обследовании в дни отдыха у некоторых спортсменов наблюдалось полное восстановление, характеризующееся нормализацией соотношения катехоламинов в моче, нервной системы, сердечно-сосудистой системы. У другого типа спортсменов такого восстановления не отмечалось. Эти спортсмены, как правило, не достигали высоких спортивных успехов.

Проводимая витаминизация спортсменов регулировала изучаемые функции и положительно отражалась на их эмоциональном состоянии.

Л и т е р а т у р а

1. Богомолец А.А., Избранные труды, Киев, 1956.
2. Балаховский С.Д., Балаховский И.С., Методы химического анализа крови, 684, М., 1952.
3. Виру А.А., Кырге, П.К. В кн.: Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнения спортивных упражнений. 44, Л., 1972.
4. Горизонтов П.Д., Клин. мед., 34, 7, 20, 1956.
5. Горохов А.Л. Тезисы докладов XII Всесоюзн. конф. по физиологии, морфологии и биомеханике и биохимии мышечной деятельности 189, Львов, 1972.
6. Горохов А.Л., В кн.: Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнения спортивных упражнений. 157, Л., 1972.
7. Ивашквичене Я.И. Тезисы докладов XII Всесоюзн. конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. 18, Львов, 1972.
8. Калинин М.И., Кононенко В.Я. - Там же, 194.
9. Кеннон В. Физиология эмоций, Л., 1927.
10. Орбели Л.А. Избранные труды, I, 214, 298, Л., 1961.
11. Пау А.Ю. и сотр. Динамика содержания катехоламинов плазмы крови у спортсменов при поэтапно повышающейся физической нагрузке. Материалы Всесоюзн. симпоз., Л., 146, 1972.
12. Разумов С.А. О резистентности к эмоциональному стрессу, как элементу тренированности. Тезисы докл. XII Всесоюзн. конф. ФМБ и биох.мыш.деят., Л., 33, 1972.
13. Сафронова Г.Б., Взаимосвязь уровней функционального состояния исполнительных и обеспечивающих систем организма стрелков из лука в процессе становления тренированности. Тезисы докл. XII всесоюзн. конф. по ФМБ и биох. мыш. деят., Л., 36, 1972.
14. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М., 1960.
15. Сиротитин Н.Н. Концепция Селье. Врач. дело. № II, 1125, 1958.
16. Тодоров Й., Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София, 185, 1963.
17. Утевский А.М. Биохимия адреналина. X, 1939.
18. Эскин И.С., Роль нервной системы в регуляции функций гипофиза и коры надпочечников, Усп. сов. биол., Т. 42, в. 343, 1956.
19. Юдаев Н.А., Вопросы гормональной регуляции. Вопр. мед. химии, т. 6, В. 6. 559, 1960.
20. Euler V.S., Hellner S., Acta Physiol. Scand., 45, 122, 1959.
21. Huff S.W., Perlzwaig W.A.-J. biol. Chem., 167, 157-167, 1947.
22. Loewi O., Arch. ges. Physiol., 237, 504, 1936.
23. Long C.N., Ann. Rev. Physiol., 18, 409, 1956.

ЭКСКРЕЦИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПРИ
ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ И ЭМОЦИОНАЛЬНО ЗНАЧИМОЙ
СИТУАЦИИ

Б.Каражанов, В.Г.Каспарова, Д.В.Колесов

Научно-исследовательский институт физиологии детей и
подростков АПН СССР, Москва

Более изучены особенности сдвигов в показателях, характеризующих состояние симпато-адреналовой системы при физической нагрузке в стохастической ситуации, а также возрастные особенности этих сдвигов у детей школьного возраста /8, 12 и 16 лет/.

М е т о д и к а

Стохастическую ситуацию моделировали с помощью специальной установки /описание условий проведения эксперимента дано в докладе В.И.Илютович, Б.Каражанова, Д.В.Колесова "Экскреция гистамина у детей и подростков в эмоционально значимой ситуации" в материалах этого симпозиума/. Определение экскреции адреналина и норадреналина в моче, собранной в течение подготовительного периода /фон/ и после работы, производили по методу Э.Ш.Матлиной, З.Н.Киселевой и Н.Э.Софиевой /1/. Экскрецию гормонов выражали в нг/мин.

Р е з у л ь т а т ы и и х о б с у ж д е н и е

Физическая нагрузка как обычная, так и в стохастических, эмоционально значимых условиях, вызывала активацию симпато-адреналовой системы, что выражалось в увеличении экскреции с мочой адреналина.

При решении двигательной задачи в стохастических условиях экскреция гормона увеличилась до 300% по сравнению с покоем; в обычных условиях до 200%.

Следует отметить, что до двигательной деятельности в эмоционально значимой ситуации исходный уровень экскреции адреналина был значительно выше, чем до мышечной работы в обычных условиях / $p < 0,01$ /. По-видимому, ожидание предстоящей деятельности в стохастических условиях само по себе явилось дополнительной эмоциональной нагрузкой и различие в исходном уровне адреналина отражает именно влияние этой реакции ожидания.

Изменения экскреции норадреналина сходны с изменениями выделения адреналина, но менее выражены. Так же, как и в отношении адреналина, выявилось влияние реакции ожидания на выделение норадреналина: исходный уровень перед решением двигательной задачи в стохастических условиях был существенно выше, чем до обычной физической нагрузки / $p < 0,01$ /.

Выявились определенные особенности реакции симпатoadреналовой системы на нагрузку /см.таблицу/.

Таблица

Влияние физической нагрузки, выполняемой в различных условиях, на экскрецию катехоламинов в зависимости от возраста. / в % /

	Возраст /годы/	Мышечная работа при эмоционально значимой ситуации	Мышечная работа в обычных условиях
Адреналин	8	340	180
	12	230	185
	16	300	275
Норадреналин	8	380	190
	12	110	220
	16	220	210

Во всех возрастных группах экскреция адреналина и норадреналина оказалась значительно выше при деятельности в стохастических условиях по сравнению с мышечной работой в обычных условиях.

Обращает на себя внимание то, что при решении двигательной задачи в эмоционально значимой ситуации наименьший прирост выделения адреналина и норадреналина происходит у детей 12 лет.

Полученные данные представляют интерес в свете вопроса о специфичности стресс-реакции и, в частности, специфичности ответа симпатoadреналовой системы на различные стресс-факторы.

Возрастные особенности реакции симпатoadреналовой системы на физическую нагрузку в эмоционально значимой ситуации /сходство в реакции у испытуемых 8 и 16 лет и отличия этих реакций у детей 12-ти лет/, по-видимому, не связаны со степенью зрелости симпатoadреналовой системы.

Л и т е р а т у р а

1. Матлина Э.Ш., Киселева З.М., Софиева Н.Э. III сборник по аппаратуре и методикам. I MMI им. Сеченова. М., 25, 1965.

ЭКСКРЕЦИЯ ГИСТАМИНА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В ЭМОЦИОНАЛЬНО ЗНАЧИМОЙ СИТУАЦИИ

Д.И. Илютович, Б. Караханов, Д.В. Колесов

Научно-исследовательский институт физиологии детей
и подростков АПН СССР, Москва

У детей и подростков в возрасте 8, 12 и 16 лет в большинстве случаев наблюдалось под влиянием физической нагрузки повышение экскреции гистамина. В условиях эмоционально значимой ситуации чаще наблюдались случаи снижения экскреции гистамина.

Влияние мышечной работы на деятельность системы тканевых гормонов до сих пор изучено недостаточно. Это, прежде всего, относится к гистамину. Между тем, известно, что гистамин играет важную роль в регулировании физиологических процессов. Самостоятельный интерес представляет выяснение характера сдвигов в системе гистамина при мышечной деятельности в эмоционально значимой ситуации. Интересны также возрастные особенности этих сдвигов.

М е т о д и к а

У детей и подростков 8, 12 и 16 лет было изучено влияние мышечной деятельности на экскрецию гистамина с мочой. Обследованию подвергались учащиеся общеобразовательной школы, относящиеся к основной медицинской группе, и группа юношей 16 лет, занимающихся борьбой /имеющие квалификацию на уровне I кн. разряда/.

Эксперимент проводили на лабораторной установке, разработанной В.И. Филипповичем с соавторами /1/. Испытуемый находился в условиях, вынуждающих его преодолевать /прыжком, приседанием, уклоном/ ряд последовательно движущихся на него препятствий в виде вращающихся планок, установленных на разной высоте. Последовательность, время вращения планок и интервалы между движениями очередных планок испытуемому были не известны, что вызывало эмоциональную напряженность. Для сравнения, через несколько дней, в то же время суток тем же испытуемым предлагалось выполнить тот же набор движений за то же время, в той же, но теперь уже заранее известной, усвоенной последовательности - вне установки. В обоих случаях физическая нагрузка была одинаковой по объему, интенсивности и характеру, но во втором случае исключалась эмоциональная напряженность, сопутствующая выполнению двигательной задачи в вероятностной ситуации.

В течение подготовительного периода /фон/ и после работы у испытуемых собирали мочу, в которой по методу И.Л. Вайсфельд и Р.Ф. Ильичевой /2/ определяли гистамин /его экскрецию выражали в нг/мин/. При статической обработке полученных данных использовали метод средних, Т-пробу, критерий Кси-квадрат.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что под влиянием физической нагрузки у здоровых детей и подростков выделение гистамина в большинстве случаев существенно повышается. Однако в ряде случаев наблюдается и понижение экскреции /из общего количества 58 обследованных понижение экскреции наблюдалось в 10 случаях - 17%.

При выполнении физической работы в условиях эмоционально значимой ситуации повышение экскреции гистамина было менее выражено, чем при обычной физической работе. При этом чаще наблюдались случаи снижения экскреции. У детей 8 и 12 лет в эмоционально значимой ситуации экскреция по сравнению с фоном повышалась на 14%, а при обычной физической работе на 164%.

Интересно, что у подростков, занимающихся борьбой, снижение экскреции наблюдалось существенно реже, чем у их сверстников, не занимающихся спортом / $p < 0,05$ /.

Степень влияния эмоционального напряжения на экскрецию гистамина имеют возрастные особенности. Так, у детей 8 лет выделение гистамина при физической работе в обычных условиях повысилось по сравнению с покоем на 179%, а при работе в эмоционально значимой ситуации на 164%, у детей 12 лет - соответственно на 155% и 140%.

Проведенные исследования позволяют думать, что дальнейшее изучение влияния физической нагрузки на экскрецию гистамина может представить интерес для решения ряда принципиальных вопросов регуляции адаптивной деятельности организма: 1/ вопроса о специфичности стресс-реакции;

2/ вопроса о значении тренировки в характере реакции эндокринной системы на стимул;

3/ вопроса об адаптивном значении тканевых гормонов и особенностях регуляции системы тканевых гормонов в условиях мышечной деятельности в сравнении с гипофизарно-надпочечниковой и симпато-адреналовой системами;

4/ вопроса о становлении и развитии реакции эндокринной системы на стимул в онтогенезе.

Л и т е р а т у р а

1. Филиппович В.И., Шумихин С.Л., Гришин В.Н., Теория и практ. физ. культ., 2, 1972.
2. Вайсфельд И.Л., Ильичева Р.Ф., Лабор. дело, 1973 / в печати/.

О ВЛИЯНИИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
ОРГАНИЗМА К ГИСТАМИНУ И НА ФУНКЦИЮ ВЕГЕТАТИВНОЙ
НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Я.Я. Карусоо, А.Я. Соосаар

Институт экспериментальной и клинической
медицины МЗ ЭССР / директор В.А. Кюнг/
Государственный художественный институт ЭССР,
/Ректор Я. Варес/

У 27 учениц техникума наблюдалось после
экзаменационной сессии увеличение кожной гис-
таминовой реакции. Реакция эозинофилов на вве-
дение гистамина ослаблялась под действием ум-
ственной нагрузки.

Как известно, умственная работа может оказывать влия-
ние на функцию симпато-адреналовой системы. В рамках даль-
нейших исследований влияние умственной работы на реактив-
ность организма мы поставили задачу изучить изменение чув-
ствительности организма к гистамину под действием умствен-
ной нагрузки, а также влияние умственной нагрузки на функ-
ции вегетативной нервной системы. С этой целью мы исследо-
вали 27 учениц техникума легкой промышленности в возрасте
от 18 до 22 лет.

М е т о д и к а

Исследования проводили 5-7 дней до и непосредственно
после экзаменационной сессии. Чувствительность организма к
гистамину определяли следующим образом. Вводили 10 мкг гис-
тамина внутривенно. Измеряли диаметр эритемы и папулы. Ко-
личество эозинофильных лейкоцитов считали непосредственно
до введения гистамина и спустя 10 мин, 30 мин. и 120 мин.
после этого. Кроме того, при помощи аппарата Мишука опре-
деляли интенсивность потоотделения, степень электрическо-
го сопротивления и интенсивность гальванического рефлекса.

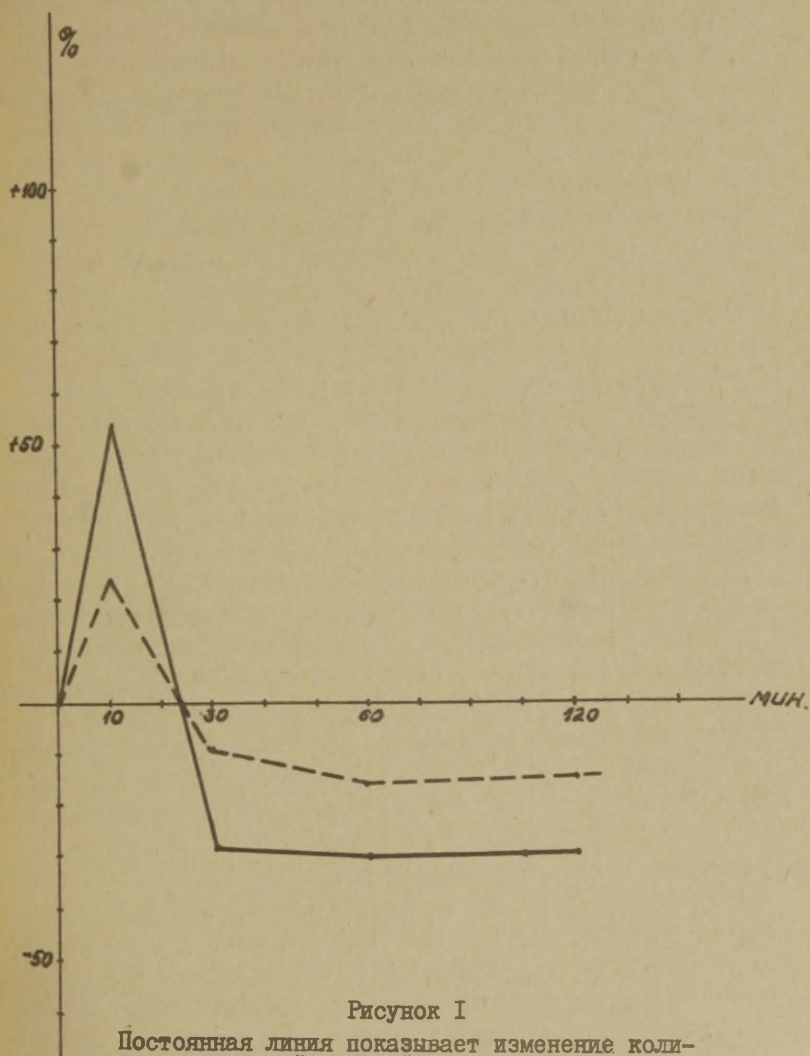


Рисунок I

Постоянная линия показывает изменение количества эозинофилов лейкоцитов до экзаменационной сессии, а пунктирная линия - после экзаменационной сессии

Результаты и их обсуждение

Выяснилось, что интенсивность кожной реакции к гистамину оказалась следующей: до экзаменационной сессии диаметр эритемы равнялся в среднем 5,2 см, а диаметр папулы - 1,2 см. После сессии были эти цифры соответственно 6,6 и 1,6 см. Из этого видно, что под действием умственной работы появляется тенденция к увеличению кожной гистаминовой реакции. Число эозинофильных лейкоцитов в 1 мм³ крови до экзаменационной сессии равнялся 80, а после сессии - 190. До экзаменационной сессии количество эозинофилов 10 мин. после введения гистамина увеличилось на 54% от исходного уровня, спустя 30 мин. число эозинофилов снизилось в среднем на 37% от исходного и спустя 60 и 120 мин. число эозинофилов осталось на этом же уровне. У 12 обследованных спустя 30 мин. после введения гистамина и позже снизилось число эозинофилов 50% или больше от исходного уровня. После сессии число эозинофилов-лейкоцитов спустя 10 мин. после введения гистамина увеличилось в среднем на 21% от исходного уровня, спустя 30 и более минут снизилось в среднем на 15% от исходного /см. рис. 1/.

Только у одного снизилось число эозинофилов более чем на 50% от исходного. Из этого вытекает, что реакция эозинофилов на введение гистамина двухфазная и эта реакция под действием умственной нагрузки ослабляется. Можно предполагать, что первая фаза - повышение числа эозинофильных лейкоцитов - связана, по-видимому, эозинофилотропным действием гистамина, а вторая фаза - снижение числа эозинофилов - по всей вероятности, связана с активацией противогистаминных механизмов, в том числе с повышением содержания катехоламинов и кортикостероидов в крови.

Измерения показали, что интенсивность потоотделения под действием гистамина возросла у 16 лиц из 21, у остальных интенсивность потоотделения снизилась или осталась без перемен. Электрическое сопротивление увеличилось у 16 лиц из 21, а интенсивность гальванического рефлекса увеличилась у 15 из 21. Из этого вытекает, что умственный труд оказывает влияние на вегетативную нервную систему.

В заключение можно отметить, что умственный труд оказывает влияние на чувствительность организма к гистамину, а также на показатели вегетативной нервной системы кожи.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ФУНКЦИЮ НАДПОЧЕЧНИКОВ
У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ СБОРНОЙ КОМАНДЫ ЛИТОВСКОЙ ССР В ПЕРЕ-
ХОДНОМ ПЕРИОДЕ

А.И.Красийтис, И.П.Скернавичус

Вильнюсский государственный педагогический институт

Интервальная тренировка у лыжников сопровождалась некоторым увеличением выделения 17-оксикортикоидов и катехоламинов, которые было более выражено у нетренированных студентов. Экскреция натрия и, особенно, калия увеличивалась.

Изучение функциональных и метаболических сдвигов, а также приспособительных механизмов, обеспечивающих выносливость при напряженной мышечной работе представляет собой важную в теоретическом и практическом отношении проблему. Значительную роль в приспособительных реакциях при физической нагрузке играют нейро-гуморальные регуляторные факторы, особенно гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая и симпато-адреналовая системы.

М е т о д и к а.

В настоящей работе мы исследовали влияние физической нагрузки на показатели функционального состояния коры надпочечников и симпато-адреналовой системы у 12 высококвалифицированных лыжников-гонщиков, членов сборной команды Литовской ССР, в возрасте от 18 до 25 лет. В качестве контроля служило 30 студентов II курса Вильнюсского государственного педагогического института, в возрасте 18-20 лет, занимающихся физическим воспитанием по 4 часа в неделю.

В качестве физической нагрузки принимался интервальный бег 12 x 200 м с отдыхом по 2 мин. До основной нагрузки проводилась разминка: бег 10-12 минут с 5-6 ускорениями по 50-60 м, общеразвивающие упражнения. Высококвалифицированные лыжники-гонщики 200 м пробегали за 30,2±0,39 сек., а студенты общей подготовительной группы-за 40,6±0,19 сек.

Физическую работоспособность мы определяли по тесту Р С₁₇₀ и рассчитывали по формуле, предложенной В.Л. Карпманом. Нагрузка давалась дважды при 5-минутном восхождении по ступенькам высотой 30 и 52 см., с частотой 30 раз/мин.

До и после физической нагрузки в моче определяли 17-оксикортикоиды /17-ОКС/ методом Редди, 17-кетостероиды /17-КС/ методом Йенсена, адреналин и норадреналин методом Бару /интенсивность флуоресценции оценивали спектрофлуориметром/. О минералокортикоидной функции коры надпочечников судили по косвенным показателям — содержанию натрия и калия в крови и моче, которое определяли при помощи пламенной фотометрии.

Результаты и исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что средняя физическая работоспособность у лыжников равнялась 1928 ± 207 кгм/мин. при частоте пульса 170 ударов/мин. Индивидуальные величины колебались от 1242 до 2546 кгм/мин. У студентов подготовительной группы средняя величина PWC_{170} была лишь 864 ± 176 кгм/мин, индивидуальные величины колебались от 472 до 1026 кгм/мин.

Таким образом, приведенные результаты показывают, что физическая работоспособность по степ-тесту PWC_{170} у высококвалифицированных лыжников значительно выше, чем у нетренированных студентов и полностью соответствует показателям интервальной тренировки.

Исследование экскреции кортикостероидных гормонов и катехоламинов показало, что интервальная тренировка сопровождалась некоторым увеличением выделения глюкокортикоидных гормонов и катехоламинов, которое более выражено было у нетренированных студентов.

Таблица I.

Влияние интервальной тренировки на выделения с мочой кортикостероидов.

Группы	17-ОКС мг %		17-КС мг %	
	до	после	до	после
Лыжники	$0,58 \pm 0,08$	$0,65 \pm 0,06$	$2,15 \pm 0,34$	$1,98 \pm 0,15$
Студенты	$0,61 \pm 0,10$	$0,95 \pm 0,09$	$1,90 \pm 0,21$	$2,10 \pm 0,11$

На показатели андрогенной функции коры надпочечников интервальная тренировка не оказывала существенного влияния.

Показатели экскреции адреналина с мочой после физической нагрузки у студенток были более высокими, чем у лыжников, в то время как сдвиги норадреналина были менее

существенными и мало отличались в исследуемых группах.

Исследование содержания электролитов в моче позволило установить, что интервальная тренировка способствует некоторому усилению экскреции натрия и особенно калия с мочой.

Таблица 2
Влияние интервальной тренировки на выделение электролитов с мочой

Группы						
Лыжники	288 \pm 23	404 \pm 42	182 \pm 23	378 \pm 63	1,8 \pm 0,2	1,4 \pm 0,3
Студенты	430 \pm 19	400 \pm 21	162 \pm 7	300 \pm 21	2,7 \pm 0,2	1,5 \pm 0,5

Считая соотношение Na/K в какой-то степени показателем, отражающим минералокортикоидную функцию коры надпочечников, можно отметить усиление этой функции после физической нагрузки, что было выраженными у нетренированных студентов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что лыжники-гонщики довольно резко отличаются от нетренированных студентов высокой физической работоспособностью и стойкостью приспособительных механизмов реyro-эндокринной системы.

ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕЛКОСВЯЗАННОГО ЙОДА И ОБЩЕГО БЕЛКА В ПЛАЗМЕ КРОВИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ МОЩНОСТИ У БАСКЕТБОЛИСТОВ И ВОЛЕЙБОЛИСТОВ.

К.Э.Томсон, А.П.Калликорм, Я.П.Пярнат

Проблемная лаборатория по основам мышечной деятельности (зав.А.А.Виру), центральная медицинская лаборатория (зав. А.П.Калликорм) и кафедра физиологии спорта (зав.А.А.Виру) Тартуского государственного университета

Известно, что тиреоидные гормоны участвуют в регуляции окислительных процессов в тканях организма. Окислительные процессы имеют важное значение при мышечной деятельности в условиях повышенного энергетического запроса. Роль тиреоидных гормонов в адаптации организма к мышечной деятельности пока недостаточно изучена.

Некоторые исследователи оценивали функциональную активность щитовидной железы при помощи метода поглощения радиоактивного йода щитовидной железой. Обнаружено, что поглощение радиоактивного йода при физических нагрузках понижается (8,9) или не изменяется (4). Уровень поглощения радиоактивного йода щитовидной железой в покое среди тренированных людей ниже, чем у нетренированных (4,18). Но даже у спортсменов с клиническими явлениями гиперфункции щитовидной железы (повышенным содержанием белковосвязанного йода в крови и увеличенной щитовидной железой) поглощение J^{131} щитовидной железой было ниже, чем у здоровых нетренированных лиц (4). На основе этого автор делает вывод, что эта проба не точно отражает функциональное состояние щитовидной железы.

Исследования, при которых учитывали и деградацию и секрецию тироксина, показывают, что систематическая тренировка повышает утилизацию щитовидных гормонов в организме (11,12).

К такому же заключению приводят и исследования, при которых функциональную активность щитовидной железы оценивали по количеству свободного тироксина в крови. Уровень свободного тироксина в крови у спортсменов в состоянии покоя выше (2,6,16), но после физических нагрузок эта фрак-

ция тироксина понижается (6,15,16).

В основе этого, видимо, лежит более интенсивное употребление тироксина тканями организма во время физических нагрузок.

Данные, полученные при помощи определения белковосвязанного йода (СБЙ), в плазме крови разнообразны. Обнаружено, что 15-минутное плавание в максимальном темпе (14), как и футбольный матч (20), не влияет на концентрации СБЙ в крови. 30-минутная работа на велоэргометре умеренной мощности (60% от максимального употребления кислорода) повышала содержание СБЙ (19). Но автор полагает, что это в основном эффект концентрирования крови, возникающий при мышечной деятельности.

Летунов с соавторами определяли функциональную активность щитовидной железы по методу электрофореза сывороточного белка с J^{131} меченным тироксином (3). Обнаружили, что после игры в футбол у большинства перворазрядников гормональная активность щитовидной железы повышена, а у всех спортсменов третьего разряда — понижено. В статье отмечено, что изменения в функциональной активности щитовидной железы зависят от квалификации спортсмена.

Целью настоящей работы было:

- 1) выяснить изменения содержания СБЙ в плазме крови после велоэргометрической работы с повышающимися мощностями;
- 2) выяснить: отражаются ли изменения концентрации общего белка в плазме крови на содержании СБЙ во время физических нагрузок;
- 3) изучить взаимоотношения между содержанием СБЙ и уровнем аэробной работоспособности.

М е т о д и к а

Наблюдения проводили над 19-ю мужчинами в возрасте 18-33 лет (10 волейболистов и 9 баскетболистов). Все были мастера спорта или кандидаты в мастера, члены сборных команд СССР. Они выполняли работу на велоэргометре до отказа. Мощность повышалась ступенчато по 50 ватт через каждые 2 мин. Педальирование в темпе 75 об/мин. Работа заканчивалась 1-минутным спуртом педальирования в максимальном темпе с начальной нагрузкой.

В конце каждой нагрузки собирали выдыхаемый воздух в мешки Дугласа, определяли максимальное потребление кислорода (МПК). Пробы крови брали из лучевой вены перед нагрузкой и через 2-5 минут после нее. Определяли содержание СБЙ по Г. Степанову (7). концентрацию молочной кисло-

ты по Barker-Summerson (I) и содержание общего белка (ОБ) рефрактометрически.

Результаты

После нагрузки содержание СБН увеличивалось у 15, понизилось у одного, осталось без изменений у 3-х спортсменов. Содержание ОБ увеличилось у всех спортсменов.

Полученные данные были проанализированы с учетом уровня аэробной работоспособности и спортивной специализации.

Исходя из величины МПК, мы разделили спортсменов на 2 группы: I группа с $\text{МПК} > 50$ мл/кг и II – с $\text{МПК} < 50$ мл/кг (таблица I.).

У спортсменов I группы наблюдалось статистически достоверное увеличение концентрации СБН ($P < 0,05$). В II группе увеличение СБН было статистически недостоверно. Различия в исходном уровне СБН между группами не было статистически достоверным.

Содержание ОБ в плазме после нагрузки существенно повысилось в обеих группах ($P < 0,001$). Содержание ОБ перед нагрузкой было выше у спортсменов I группы, но различия статистически недостоверной.

В содержании молочной кислоты существенных различий между группами не обнаружено, как перед, так и после нагрузки. Средние величины были выше в II группе.

В зависимости от вида спорта обнаружено, что у баскетболистов средняя МПК выше, чем у волейболистов ($P < 0,06$, таблица 2). Содержание СБН было у волейболистов достоверно выше, чем у баскетболистов, как перед ($P < 0,05$), так и после нагрузки ($P < 0,01$). У них было обнаружено существенное повышение СБН после нагрузки ($P < 0,01$). Отмечена положительная корреляция МПК с содержанием СБН после работы ($r=0,63$) и с ее сдвигом (рис. I Δ СБН).

Средняя величина молочной кислоты была после работы выше у баскетболистов по сравнению с волейболистами, но это различие статистически является недостоверным. В содержании ОБ между баскетболистами и волейболистами различий не обнаружено. После работы содержание ОБ было достоверно повышено ($P < 0,001$) как у волейболистов, так и у баскетболистов.

Таблица

Изменения содержания СБЙ, общего белка и молочной кислоты в зависимости
от величины МПК и от вида спорта

Вид спорта	МПК мл мин./кг	n	СБЙ мг %			Общий белок г %			Молочная кислота мг %		
			Перед нагруз- кой	После наг- рузки	△	Перед наг- рузкой	После наг- рузки	△	Перед наг- рузкой	После наг- рузки	△
ТБГ	>50	10	3,82 ±0,20	4,58 ±0,26	0,76 ±0,32	8,27 ±0,11	9,24 ±0,21	1,02 ±0,24	7,90 ±2,96	48,20 ±6,80	40,30 ±7,38
	<50	9	4,03 ±0,25	4,30 ±0,28	0,27 ±0,38	8,03 ±0,14	8,99 ±0,16	0,96 ±0,21	10,33 ±4,57	60,90 ±14,10	49,57 ±14,8
Волей- болисты	48,70 ±0,68	10	4,31 ±0,05	4,86 ±0,15	0,55 ±0,15	9,15 ±0,15	9,14 ±0,08	0,99 ±0,23	10,69 ±1,13	46,46 ±5,30	35,77 ±8,65
Бас- кетбо- листы	53,61 ±2,29	9	3,49 ±0,29	3,97 ±0,25	0,48 ±0,38	8,14 ±0,13	9,14 ±0,15	1,00 ±0,20	6,44 ±2,47	61,50 ±14,20	55,06 ±14,44

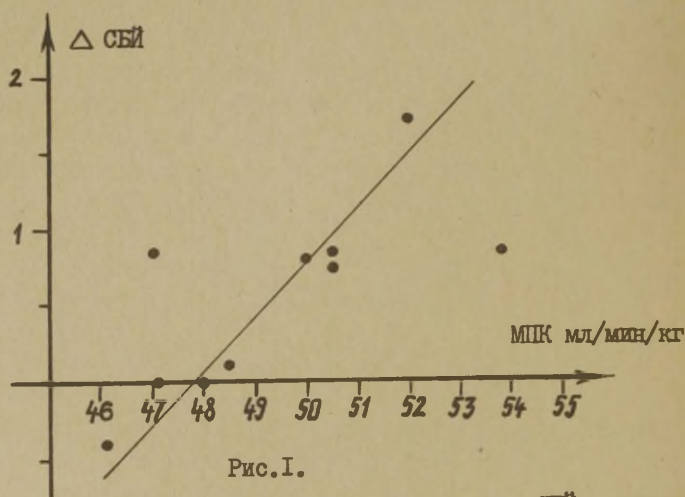


Рис. I.

Прямая корреляция между сдвигом СБ и показателями МПК у волейболистов после нагрузки.

Обсуждение результатов

Представленные данные показывают, что содержание СБ после нагрузки в большинстве случаев повышено. В качестве главных причин повышения могут служить следующие возможности:

- 1) в результате повышенного потребления клетками тиреоидных гормонов во время мышечной деятельности повышается выброс гормона щитовидной железой;
- 2) употребление тиреоидных гормонов понижается при мышечной деятельности;
- 3) увеличение содержания СБ обусловлено эффектом сгущения крови при мышечной деятельности;

По данным литературы, вторую возможность можно считать маловероятной (4, 11, 12, 15, 16).

Известно, что при мышечной деятельности возникает временное сгущение крови (10, 13, 17), которому сопутствует увеличение количества белка в крови. Предположение, что это может быть одним из факторов, вызывающих повышение СБ (15, 19), весьма обоснована.

На рисунке 2 даны корреляционные зависимости между содержаниями СБЖ и ОБ у волейболистов до и после нагрузки. Корреляция, существующая между содержаниями СБЖ и ОБ перед работой, не обнаружена после работы.

Более того, 4 спортсмена (2 баскетболиста и 2 волейболиста), у которых содержание СБЖ после работы было понижено или неизменно, имели повышение содержания ОБ, как это обычно имеет место после нагрузки.

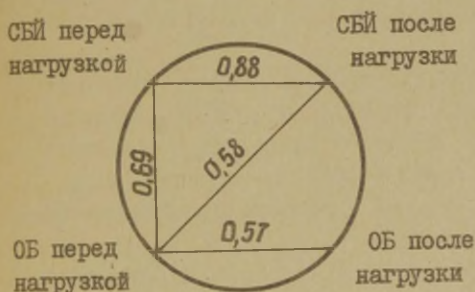


Рис. 2.

Существенные корреляции между содержаниями СБЖ и ОБ в плазме крови у волейболистов.

Если от увеличения содержания СБЖ вычесть часть повышения его, которую можно отнести за счет повышения ОБ ($\text{СБЖ}_{\text{после}} = \frac{\text{ОБ}_{\text{после}} \cdot \text{СБЖ}_{\text{перед}}}{\text{ОБ}_{\text{перед}}}$), то в группе с МПК > 50 увеличение содержания СБЖ можно отметить у пятерых спортсменов, понижение — у двух, а у троих уровень СБЖ остался без изменений. В группе с МПК < 50 было содержание СБЖ понижено у шести, увеличено — у трех спортсменов. Т.е., общее направление сдвигов остается неизменным.

Исходя из вышесказанного, можно предположить, что увеличение содержания СБЖ нельзя обосновывать только сгущением крови, возникающим при мышечной деятельности. Можно считать, что содержание гормонов щитовидной железы в крови все-таки повышается при мышечной деятельности.

Участие гормонов щитовидной железы в окислительном фосфорилировании приводит к разобщению дыхания и фосфори-

лирования (5). Однако, на степень разобщения окислительного фосфорилирования у животных с экспериментальным тиреотоксикозом оказывает влияние количество использованного тироксина. Высокие дозы тироксина (80–100 мг гормона/кг веса животного) приводят к резкому повышению основного обмена, исхуданию, разобщению окислительного фосфорилирования и дыхания. При низких дозах (20–30 мг/кг веса), наряду с увеличением поглощения кислорода эстерифицируются более высокие количества неорганического фосфора, стимулируется включение аминокислот в белки, увеличивается вес животного (5).

Исходя из этого можно предположить, что у здоровых спортсменов при физической нагрузке содержание тиреоидных гормонов в плазме не достигает уровня, при котором происходит разобщение дыхания и фосфорилирования, а остается на уровне, способствующем и дыханию и синтезу макроэргических фосфорных соединений.

У спортсменов с более высокой аэробной работоспособностью наблюдалось более резкое увеличение содержания СБЖ. Можно предположить, что более резкое увеличение содержания СБЖ свойственно спортсменам с лучшей подготовленностью, с более высокой аэробной работоспособностью. Весьма вероятно, что у них при участии тироксина процессы окислительного фосфорилирования происходят на более высоком уровне.

В ы в о д ы

1. При работе повышающейся мощности у спортсменов содержание СБЖ в плазме крови повышается,
2. Повышение содержания СБЖ нельзя, по-видимому, считать эффектом только сгущения крови при мышечной деятельности,
3. Умеренное повышение содержания гормонов щитовидной железы в крови является адекватной приспособительной реакцией при физической нагрузке.

Л и т е р а т у р а

1. Асатиани В.С., Биохимический анализ I, Тбилиси, 1949, 229.
2. Вильк М., В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, Тарту, 1969, 364.
3. Летунов С.П., Модестов В.К., Плешева И.М., Теория и практика физ.культ. 31, 6, 34, 1968.
4. Плешева И.М., Теория и практика физ.культ. 31, 9, 31, 1968.
5. Рачев Р.Р., В кн.: Митохондрии и тиреоидные гормоны. Лен., 1969.
6. Рогальска - Оттович И., В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, Тарту.
7. Степанов Т.С., Лабораторное дело, 10, 594, 1965.
8. Стереску Н., Ковэснью З., Станке А., Рознер Б., Конф. румынских физиологов, Бухарест, 1960, 147.
9. Хорол И.С., Теория и практика физ.культ., 24, 10, 766, 1961.
10. Cullumbine Н., A.Koch, Quarterly J. Exp. Physiol. and Cognate Medical sciences, 31, 1, 39, 1949.
11. Irvine C.H.G., J. Endocrinol., 39, 3, 313, 1967.
12. Irvine C.H.G., J. Clin. Endocrinol., 28, 7, 942, 1968.
13. Kaltreider N., G.R. Meneely J. of Clinical Invest., 19, 627, 1940.
14. Lashof J.C., P.K. Bondy, K. Sterling, E.B. Man, Proc. of the Society for Experimental Biology and Medicine, 86, 2, 233, 1954.
15. De Nayer Ph., P. Malvaux, M. Ostyn, H.G. Van den Schrieck, C., Clin. Endocrinol. and Metab., 28, 5, 714, 1968.
16. De Nayer Ph., M. Ostyn, M. De Visscher, Annales d'Endocrinologie, 31, 724, 1970.
17. Poortmans J.R., In: Biochemistry of Exercise Medicine and Sport, 3, 312, 1969.
18. Rhodes B.A. Nature, 216, 5118, 917, 1967.
19. Terjung R., C. Tipton. Am. J. of Physiology, 220, 6, 1840, 1971.
20. Volpe R., J. Vale, W. Mac. Allister, M. Johnston, J. Clin. Endocrinol. 20, 415, 1960.

БИОХИМИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ

Х.Экке и И.Сибуль

Сектор биохимии и физиологии животных

(зав. И.К. Сибуль)

Института экспериментальной биологии АН ЭССР

Приводятся экспериментальные данные о том, что после однократного введения кроликам трийодтиронина в эритроцитах повышается содержание 2,3-дифосфоглицерата и аденозинтрифосфата, которые способствуют скорейшей и большей отдаче кислорода из эритроцитов в тканевое пространство. Предполагается, что у спортсменов повышенная секреция тиреоидных гормонов в ходе тренировок содействует улучшению дыхательной функции крови.

Исследования последних лет показали, что в эритроцитах млекопитающих высокий уровень 2,3-дифосфоглицерата (ДФГ) и аденозинтрифосфата (АТФ), снижающий аффинитет гемоглобина к кислороду, явно содействует быстрой и большой отдаче из крови кислорода в тканевое пространство (2, 4, 6).

У высокотренированных спортсменов с продолжительной выносливостью (бегуны на длинных дистанциях), как правило, наблюдается наиболее выраженная артерио-венозная разница (II). Кроме того, как показали некоторые косвенные данные, у спортсменов после продолжавшихся несколько часов тренировочных упражнений средней нагрузкой оборот тиреоидных гормонов в тканях увеличивается (7). Исходя из этого казалось интересным выяснить, оказывает ли однократное подкожное введение трийодтиронина, то есть временное повышение гормонального фона, влияние на содержание ДФГ, АТФ и активность общей АТФазы эритроцитов.

Искомые данные, на наш взгляд, позволили бы сделать вывод, что у спортсменов в ходе тренировок тиреоидные гормоны усиливают дыхательную функцию эритроцитов. К этому

привел нас хорошо известный факт, что в митохондриальном аппарате малые дозы тиреоидных гормонов повышают ресинтез АТФ путём усиления связанного с дыханием фосфорилирования (8). Кроме того, в литературе встречаются указания о том, что тироксин стимулирует в эритроцитах гликолиз (3, 10) и накопление ДФГ (12).

М е т о д и к а

Годовалым кроликам-самцам породы белый великан подкожно вводили однократно 0,33, 0,66, 1,65 и 3,33 мг на 1 кг веса 3,3', 5-трийод- ℓ -тиронина (Реанал). Содержание АТФ и ДФГ, а также активность общей АТФазы эритроцитов измеряли в пробах крови, взятых из ушной вены до и спустя 24, 48, 72, 96 и 120 часов после введения гормона. АТФ определяли спектрофотометрически после отделения адениннуклеотидов из трихлоруксусных экстрактов эритроцитов бумажной хроматографией, и частично непосредственно в крови с применением соответствующего набора энзиматического определения (Фирма Боэрингер, ФРГ).

Содержание ДФГ установили модифицированным методом Бартлета (1). Активность АТФазы измеряли по степени освобождения неорганического фосфата при инкубации гемолизата в течение 30 минут при 37° в среде АТФ и трис-буфера (pH 7,8) при наличии ионов магния, натрия и калия.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Динамика выявленных изменений содержания ДФГ и АТФ эритроцитов кролика после однократного введения трийодтиронина представлена на рисунке. Отсюда видно, что при наименьшей дозе гормона в эритроцитах кролика в течение двух первых суток явно повышается количество ДФГ и АТФ по сравнению с их исходным уровнем. В то же время возрастала и активность общей АТФазы. На 4-е и 5-е сутки они, как правило, более или менее восстанавливались.

Одновременно выяснилось, что на I-й и 2-й день после введения десятикратной дозы гормона увеличения концентраций ДФГ и АТФ почти не наблюдалось, а после пятикратной — оно было относительно незначительным. Значительно менее выраженное повышение активности АТФазы было обусловлено только большими дозами трийодтиронина. Таким образом, на I-II-й день опыта, то есть на первом их этапе, закономерно наступали первичные к применяемым дозам гормона обратные пропорциональные сдвиги всех обследованных нами показателей. Установленные в содержании АТФ и ДФГ, а также в активности АТФазы на последнем этапе (3-5-й день опытов)

изменения в большинстве своём были пропорциональны дозе вводимого гормона. В этом отношении очень типичным явилось вторичное повышение содержания АТФ на 3-4-й и 5-й день опыта (рис. 1), уровень которого заметно превышал первичный, вызванный наименьшей дозой гормона. Характерным для прироста АТФ на втором этапе было то, что к этому времени наряду с возрастанием уровня АТФ соответственно снижалось содержание АДФ и АМФ, то есть, увеличение концентрации АТФ происходит в основном за счёт его ресинтеза из АДФ и АМФ. На первом этапе, при малых дозах трийодтиронина, повышение количества АТФ произошло параллельно с увеличением содержания других нуклеотидов. На наш взгляд, это свидетельствует о том, что механизм первичного возрастания концентрации адениннуклеотидов в эритроцитах заключается в их усиленном синтезе, а вторичное уже в ресинтезе АТФ из АДФ и АМФ.

В связи с вышеизложенным небезынтересно отметить, что исходя из данных литературы (9), после однократного введения I_3I_7 -трийодтиронина в организм он в течение нескольких часов накапливается в печени и затем оттуда в течение нескольких дней — в других системах организма. Следовательно, первичное увеличение 2,3-ДФГ, АТФ и активности АТФазы после введения трийодтиронина кролику, как будто, совпадает с его повышенным содержанием в печени, а вторичные изменения уже с периодом накопления гормона в других системах организма. Пока ещё не ясно, имеет ли накопление трийодтиронина в печени причинную связь с происшедшим в это время напряжённым биосинтезом адениннуклеотидов в эритроцитах. Однако, учитывая, что под влиянием трийодтиронина лимфоциты усиленно превращают кортизон в кортизол (5), вполне возможно, что этот же фактор содействует и выявленным нами первичным превращениям обмена в эритроцитах, приводящим к более интенсивному синтезу адениннуклеотидов и образованию 2,3-ДФГ.

Что касается механизма происхождения вторичного возрастания концентрации АТФ на втором этапе, то возможную сущность его уловить труднее. Возможно, что причиной его являются увеличенный гликолиз совместно со стимулированием пентозофосфатного цикла (13) и т.д.

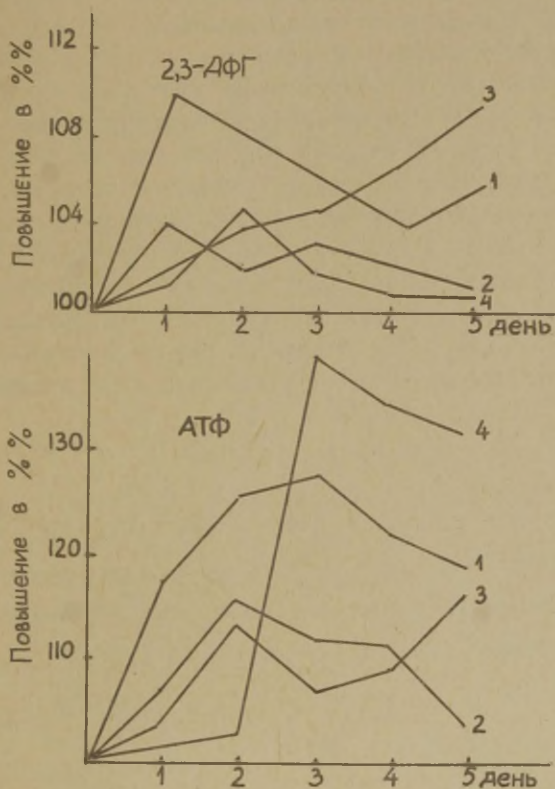


Рис. I.

Динамика повышения содержания 2,3-ДФГ и АТФ в эритроцитах кроликов после однократного введения четырех различных доз трийодтиронина. Исходный уровень взят за 100% и изменения показаны в процентах от исходного. 1 - 0,33, 2 - 0,66, 3 - 1,65 и 4 - 3,33 мг трийодтиронина на 1 кг веса животного.

Накопленные нами данные свидетельствуют о том, что под влиянием тиреоидных гормонов одновременно с повышением уровня энергетического обмена в эритроцитах возрастает и содержание ДФГ и АТФ, а также и активность общей АТФазы. Естественно предполагать, что эти сдвиги увеличивают дыхательную функцию эритроцитов и тем самым содействует более рациональному транспорту кислорода кровью в органы при интенсивном энергетическом обмене веществ. С другой стороны, как нам кажется, это косвенно свидетельствует о том, что гормоны щитовидной железы — тироксин и трийодтиронин — содействуют при спортивных тренировках не только ускоренному ресинтезу АТФ в мышечных органах путём усиления связанного с дыханием фосфорилирования, но и приводят к повышению в эритроцитах содержания ДФГ и АТФ как важных факторов, способствующих отдаче кислорода из крови в тканевое пространство.

Л и т е р а т у р а

1. Bartlett G.R., J. Biol. Chem., 234, 469, 1959.
2. Benesch R., R.E. Benesch, Biochem. Biophys. Res. Comm., 26, 162, 1967.
3. Calesnick B., V.R. Altarelli, M.A. Spirtes, Endocrinology, 66, 517, 1960.
4. Chanutin A., R.R. Curnish, Arch. Biochem. Biophys., 121, 96, 1967.
5. Dougherty T.F., M.L. Berliner, D.L. Berliner, Ann. N.Y. Acad. Sci., 88, 78, 1960.
6. Eaton, J.W., G.J. Brewer, J.S. Schultz, Ch. F. Sing, Red cell metabolism and function, 21, New York-London, 1970.
7. Escobar F.G., G.M. Escobar, Acta endocr., 23, 393, 1956.
8. Hess B., K. Brand, Schilddrüsenhormone und Körperperipherie. Regulation der Schilddrüsenfunktion, 76, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1964.
9. Klein E. Schilddrüsenhormone und Körperperipherie. Regulation der Schilddrüsenfunktion, 14, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1964.
10. Macho L., Endocrinol. polska, 12, 465, 1961.
11. Mellerowicz H. Lehrbuch der Sportmedizin, 149. Leipzig, 1956.
12. Miller W.W., M. Delivorie-Papadopoulos, L. Miller, F.A. Oski, J. Amer. Med. Ass., 211, 1824, 1970.
13. Tudhope G.R., The thyroid and the blood. London, 1969.

ВЛИЯНИЕ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ НА АДЕНИЛОВУЮ СИСТЕМУ И НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБМЕНА ЛИПИДОВ В СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЕ

Г.М.Покотиленко, Л.Ю.Поляченко
Кафедра биохимии (зав. — проф. Е.Ф.Шамрай)
Киевского медицинского института

Результаты проведенных исследований показывают, что токсические дозы тиреоидных гормонов существенно нарушают метаболизм миокарда, снижая её энергетические ресурсы. Последнее несомненно, сказывается на функциональной деятельности сердца и резко снижает его адаптацию к физическим нагрузкам.

Одним из ведущих проявлений в действии тиреоидных гормонов является их выраженное регуляторное влияние на отдельные звенья энергетики клетки. Исследованиями ряда авторов было показано, что введение животным токсических доз тироксина сопровождается разобщением в митохондриях процесса окислительного фосфорилирования (I.F.Maley, H.A.Lardy, 1955; С.Е.Северин, Ян Фу-йи, 1960; П.М. Самойлов, 1965; Г.М.Покотиленко, Л.Ю.Поляченко, 1968; Н.В.Вержиковская, 1971 и др.). Особенно чувствительным к уровню тиреоидных гормонов в организме является сердце, орган с напряженным энергетическим обменом. Мышца сердца обладает высокой способностью к окислению липидов и продуктов их расщепления, в первую очередь жирных кислот. Около 60% энергии, необходимой для своей деятельности, сердце получает за счет окисления жиров (R.J.Bing 1955; H.Warembourg, G.Biserte и др. 1969; A.S.Most N.Brochfeld и др., 1960).

В настоящей работе изучали влияние токсических доз тиреоидина на содержание в сердечной мышце компонентов адениловой системы (АТФ, АДФ, АМФ), играющих роль основного аккумулятора и поставщика энергии, и некоторых показателей липидного обмена (общие липиды, фосфолипиды, β -липопротеиды, холестерин).

М е т о д и к а

Опыты были поставлены на белых крысах весом 180-200 г. Животные были разделены на 2 группы: первая - контрольная, вторая - животные, которым вводили тиреоидин по 0,15 г на 100 г веса в течение 15-20 дней. Содержание компонентов адениловой системы (АТФ, АДФ, АМФ) определяли методом электрофореза (L. Stransky 1963; Г.В. Воскобойников, 1968). Этим методом проходит довольно быстрое разделение нуклеотидов по степени их фосфорилирования. Количество АТФ, АДФ и АМФ выражали в микромоля на 1 г ткани. Для расчета использовали коэффициенты молярных экстинкций, имеющиеся в литературе (А.С. Спирин, А.М. Белозерский, 1957). Общие липиды определяли турбидиметрическим методом (В.А. Шатерников, И.Л. Одинцов, 1964), фосфолипиды - по содержанию в них фосфора, β -липопротеиды определяли по методу Burstein Samaille (M. Burstein, J. Samaille, 1957), холестерин - колориметрическим методом (М.В. Бавина, 1963).

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и й

О состоянии энергетического обмена любого органа можно судить по изменению содержания и обновляемости АТФ. Из данных, представленных в таблице I, видно, что введение животным токсических доз тиреоидина сопровождается выраженными изменениями в аденин-фосфорсодержащей системе сердца - наблюдается значительное уменьшение содержания АТФ, а также нарушение соотношения между компонентами этой системы. Содержание АТФ в сердечной мышце падает на 25%. Полученные результаты хорошо согласуются с наблюдающимся при тиреотоксикозе разобщением процесса окислительного фосфорилирования. Возможно, разобщающее действие тироксина проявляется на уровне энерго-транспортной цепи выше включения неорганического фосфата /Р.Р. Рачев, 1969/.

Таблица I

Содержание компонентов адениловой системы (АТФ, АДФ, АМФ) в сердечной мышце крыс при тиреотоксикозе (в ммол на 1 г ткани)

Группа животных	К-во животных	АТФ	АДФ	АМФ
Контроль	10	4,06 \pm 0,1	1,2 \pm 0,06	1,12 \pm 0,06
Тиреотоксикоз	10	3,04 \pm 0,1	1,4 \pm 0,07	1,22 \pm 0,08

Интересно было, наряду с определением содержания в сердечной мышце при тиреотоксикозе АТФ-показателя эффективности окислительных процессов, изучить содержание в сердце некоторых липидных фракций. Как уже отмечалось ранее, липиды являются одним из основных энергетических суб-

стратов сердечной мышцы. В результате исследований выяснилось, что тиреоидные гормоны оказывают существенное влияние на состояние показателей липидного обмена сердца.

Таблица 2

Содержание липидов в сердечной мышце крыс при тиреотоксикозе

Показатели	Контроль		Тиреотоксикоз	
	К-во животных	$M \pm m$	К-во животных	$M \pm m$
Общие липиды в мг%	10	3320 \pm 68	8	2890 \pm 59
Фосфолипиды в мг%	10	2750 \pm 52	10	2304 \pm 52
β -липопротеиды в мг%	12	98 \pm 4	9	78 \pm 4
Холестерин в мг%	12	162 \pm 6	10	122 \pm 5

Выраженное понижение содержания изучаемых липидных фракций у животных при тиреотоксикозе было отмечено также в сыворотке крови.

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что токсические дозы тиреоидных гормонов существенно нарушают метаболизм сердечной мышцы, снижая её энергетические ресурсы. Последнее, несомненно, сказывается на функциональной деятельности сердца и резко снижает его адаптацию к физическим нагрузкам.

Л и т е р а т у р а

1. Бавина М.В., Лабораторное дело, 1969, I, 18.
2. Вержиковская Н.В., Автореферат диссертации, Киев, 1971.
3. Воскобойников Г.В., Биохимия, 1966, 31, 5, 1941.
4. Покотиленко Г.М., Поляченко Л.Ю., Врачебное дело, 1968, 3, 84.
5. Самойлов П.М., - Вопр. медицинской химии, 1965, II, 4, 3.
6. Северин С.Е., Ян Фу-Юй, Биохимия, 1960, 25, 855.
7. Спирин А.С., Белозерский А.М., Доклады АН СССР, 1957, 3, 113.
8. Рачев Р.Р., Митохондрии и тиреоидные гормоны. Изд-во "Медицина", Ленинград, 1969.
9. Шатерников В.А., Одинцов И.Л., Сов. медицина, 1964, 8, 117.
10. Bing R.J., Acta cardiol., 1955, 10, 1.
11. Burstein M., Samaille J., J. Physiol. (Paris), 1957, 49, 1, 83.
12. Maley G.F., Lardy H.A., J. Biol. Chem., 1955, 215, 377.
13. Most A.S., Brochfeld N., Gorlin R., Wahren I., J. Clin. Invest., 1969, 48, 7, 1177.
14. Stransky L., J. Chromatography, 1963, 10, 456.
15. Warembourg H., Biserte G., Bertrand M., Sezille G., Jaillar G., Pathol. Biol. 1969, 17, 11-14, 559.

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ СТАТИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ НА
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОПРО-
ТИВЛЯЕМОСТИ БЕЛЫХ КРЫС С ГИПОТИРЕОЗОМ И ТИРЕО-
ТОКСИКОЗОМ

В.А.Русин, В.В.Чистяков

Кафедра физиологии (зав. - С.С. Полтырев) Яро-
славского педагогического института

У белых крыс с нарушенным балансом тиреоидных гормонов после 6 недель мышечной тренировки статическими нагрузками обнаружены достоверные корреляции между многими показателями, характеризующими состояние функций некоторых систем, сопротивляемости целостного организма и резистентности на клеточном уровне. Анализ взаимосвязи между различными показателями в разные периоды опытов и в разных группах показал, что появление достоверных корреляций есть следствие совершенствования функциональных систем организма под влиянием мышечной тренировки. Хирургическая декорткация мозга препятствует появлению достоверных взаимосвязей между большинством показателей сопротивляемости организма.

Из литературы известно, что систематическая тренировка динамическими нагрузками повышает неспецифическую сопротивляемость не только белых крыс /3/, но и животных с нарушенным балансом тиреоидных гормонов /1/. Позже было показано, что качественно сходным эффектом в условиях гипотиреоза и тиреотоксикоза обладает тренировка мышечными нагрузками статического характера /5/. Оставалось неясным, имеется ли какая-либо достоверная взаимосвязь между различными показателями сопротивляемости целостного организма и резистентности на клеточном уровне или изменения этих показателей носят случайный характер. Решение этого вопроса и было основной целью данной работы.

М е т о д и к а

Проведено 3 серии хронических опытов на 168 белых крысах-самках с периодом наблюдения свыше 6 недель. Гипотиреоз вызывали ежедневным скормливанием животным 6-метилтиоурацила 36-МТУ /по 10-15 мг/ 100 г /1/. Для воспроизведения тиреотоксикоза животных кормили тиреоидином' в дозе 0,1 г ежедневно /6/. Половину животных каждой группы подвергали ежедневной тренировке статическими нагрузками, заключавшимися в удержании веса тела на вертикальных деревянных стержнях в течение времени, равного максимальной величине в исходный период.

О влиянии тренировки на состояние некоторых функциональных систем и сопротивляемость организма судили по уровню пульса, дыхания и потребления кислорода в покое, изменению этих показателей после дозированной мышечной нагрузки, интенсивности снижения температуры тела после дозированного охлаждения, продолжительности висения на шестах до утомления, степени осмотического гемолиза лейкоцитов, степени осмотического гемолиза эритроцитов без и после введения фенилгидразина в дозе 40 мг/кг, процентному содержанию поврежденных лейкоцитов, флуоресцирующих под микроскопом красным или оранжевым цветом ("красные лейкоциты") после обработки жидкой крови флюорохромом - акридиноранжем (подробно методику см. 3).

Для выяснения некоторых сторон механизма влияния тренировки статическими нагрузками на сопротивляемость организма в одной из серий все подопытные и контрольные группы были подвергнуты субтотальной декорткации головного мозга /2/. Цифровой материал обрабатывали методами обычной и ранговой корреляции /4/.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Все возможные сочетания показателей состояния функций и сопротивляемости организма можно сгруппировать в 4 группы.

1. Корреляции между показателями, характеризующими состояние одной системы организма или взаимосвязь между двумя системами /№№ 1 - 4 таблицы 1/.

2. Корреляции, характеризующие взаимосвязь между различными показателями сопротивляемости целостного организма или между показателями сопротивляемости и функциями какой-либо системы в покое /№№ 4 - 16 таблицы 1/.

3. Корреляции, характеризующие взаимосвязь между показателями сопротивляемости целостного организма и резистентности на клеточном уровне /№№ 1 - 15 таблицы 2/.

4. Корреляции, характеризующие взаимосвязь между показателями резистентности организма на клеточном уровне /№№ 16 - 19 таблицы 2/.

Как видно из таблиц I и 2, подавляющее большинство корреляций всех 4 групп оказалось статистически достоверным после 6-недельного периода опытов. Естественным было предположить, что подобные содружественные изменения показателей состояния функций и сопротивляемости организма возникли под влиянием систематической мышечной тренировки. Чтобы убедиться в этом необходимо было, однако, проследить за динамикой изменений тесноты взаимосвязей между некоторыми показателями в разные периоды эксперимента. Оказалось, что в исходный период достоверная корреляция имела место всего в двух случаях из 16 /таблица I/. Через неделю после начала тренировок число достоверных корреляций возросло до 6 из 16. Интересно, что 4 из этих 6 достоверных корреляций относятся к I-й группе, то есть характеризуют не сопротивляемость организма, а взаимоотношения между двумя системами, главным образом в покое: сердечно-сосудистой и дыхательной. На 6-й неделе опытов число достоверных корреляций достигло 13 из 16.

Особого внимания заслуживает анализ динамики двух пар сочетаний: 4 и I4; IO и II. В исходный период отмечена недостоверная обратная связь между уровнем дыхания в покое и степенью учащения его после нагрузки, причем в конце I-й недели опытов коэффициент корреляции возрос до достоверной величины. Но еще через 5 недель обнаружилась тоже достоверная, но уже прямая связь. Мы склонны рассматривать отрицательную связь между этими показателями в исходный период как реакцию типичную для нетренированного организма. Вполне понятно, что на фоне более низких величин дыхания в покое даже небольшое увеличение его после нагрузки, выраженное в процентах, выглядит более внушительно. Совершенно иные закономерности проявляются после адаптации к мышечным нагрузкам. Здесь мы сталкиваемся уже с проявлениями экономизации функций, в частности с более экономным ответом дыхательной системы на нагрузку. Дыхание в покое становится более редким, а реакция его на нагрузку более умеренной. Аналогичное толкование приложимо к изменениям характера взаимосвязи между потреблением кислорода в покое и снижением температуры тела после дозированного охлаждения: из отрицательной под влиянием тренировки она становится положительной. Снижение

Таблица I

Корреляция между показателями сопротивляемости организма в разное время после начала опытов

№№ пп	Показатели	Коэффициент корреляции			
		до опы- тов /56/	через I не- делю /57/	через 6 недель /47/	декорти- цирован- ные, че- рез 6 недель /56/
I	2	3	4	5	6
I	Пульс в покое - дыха- ние в покое	0,01	0,56 ^{xx}	0,33 ^x	0,35 ^x
2	Пульс в покое - по- требление O ₂ в покое	-0,11	0,54 ^{xx}	0,68 ^{xx}	0,47 ^x
3	Дыхание в покое - потребление O ₂ в по- кое	0,32 ^x	0,45 ^{xx}	0,48 ^{xx}	0,51 ^{xx}
4	Дыхание в покое - учащение дыхания после нагрузки	-0,22	-0,30 ^x	0,43 ^{xx}	-0,13
5	Учащение дыхания по- сле нагрузки - по- требление O ₂ в по- кое	0,14	-0,09	0,32 ^x	-0,15
6	Пульс в покое - снижение температу- ры тела после охлаж- дения	0,03	0,45 ^{xx}	0,24	0,45 ^{xx}
7	Пульс в покое - вре- мя висения до утом- ления	-0,11	-0,29 ^x	-0,18	-0,01
8	Дыхание в покое - снижение температу- ры тела после ох- лаждения	-0,05	0,24	0,42 ^{xx}	0,36 ^x
9	Дыхание в покое - время висения до утомления	-0,04	-0,25	-0,35 ^x	-0,21

Продолжение таблицы № I

I	2	3	4	5	6
I0	Учащение пульса после нагрузки - снижение температуры тела после охлаждения	0,15	0,07	-0,58 ^{xx}	-0,22
II	Учащение пульса после нагрузки - время висения до утомления	0,01	0,18	0,44 ^{xx}	0,12
I2	Учащение дыхания после нагрузки - снижение температуры тела после охлаждения	-0,04	-0,11	0,21	-0,13
I3	Учащение дыхания после нагрузки - время висения до утомления	-0,01	0,15	-0,46 ^{xx}	-0,28 ^x
I4	Потребление O ₂ в покое - снижение температуры тела после охлаждения	-0,44 ^{xx}	-0,04	0,45 ^{xx}	-0,01
I5	Потребление O ₂ в покое - время висения до утомления	0,04	-0,12	-0,32 ^x	-0,15
I6	Снижение температуры тела при охлаждении - время висения до утомления	-0,06	-0,05	-0,67 ^{xx}	-0,17

^x - коэффициент корреляции достоверен при $P < 0,5$;

^{xx} - коэффициент корреляции достоверен при $P < 0,01$;

В скобках указано число животных во всех группах.

основного обмена в покое, типичное для адаптированного организма, сочетается после 6-недельной тренировки с повышением сопротивляемости организма холоду.

Что касается сочетания учащения пульса со снижением температуры после охлаждения и временем висения до утомления /см. I0 и II таблицы I/, то здесь, по-видимому, проявляются особенности адаптации сердечно-сосудистой системы,

Таблица 2

Корреляция между показателями сопротивляемости организма и резистентности на клеточном уровне в конце 6-й недели опыта

№№ пп	Показатели	Коэффициент корреляции /47/
I	Дыхание в покое - степень гемолиза лейкоцитов	0,29 ^x
2	Потребление O ₂ в покое - степень гемолиза лейкоцитов	0,33 ^x
3	Учащение пульса после нагрузки - степень гемолиза лейкоцитов	-0,38 ^{xx}
4	Учащение дыхания после нагрузки - степень гемолиза лейкоцитов	0,33 ^x
5	Снижение температуры тела после охлаждения - степень гемолиза лейкоцитов	0,56 ^{xx}
6	Время висения до утомления - степень гемолиза лейкоцитов	-0,69 ^{xx}
7	Пульс в покое - число "красных" лейкоцитов	0,30 ^x
8	Дыхание в покое - число "красных" лейкоцитов	0,37 ^{xx}
9	Потребление O ₂ в покое - число "красных" лейкоцитов	0,60 ^{xx}
10	Учащение пульса после нагрузки - число "красных" лейкоцитов	-0,30 ^x
II	Учащение дыхания после нагрузки - число "красных" лейкоцитов	0,36 ^{xx}
12	Снижение температуры тела после охлаждения - число "красных" лейкоцитов	0,64 ^{xx}
13	Время висения до утомления - число "красных" лейкоцитов	-0,58 ^{xx}

Продолжение таблицы № 2

№№ по пор.	Показатели	Коэффициент корреляции (47)
I4	Время висения до утомления - степень гемолиза эритроцитов	-0,24
I5	Время висения до утомления - степень гемолиза эритроцитов после введения фенилгидразина	-0,26 ^x
I6	Степень гемолиза лейкоцитов - число "красных" лейкоцитов	0,50 ^{xx}
I7	Число "красных" лейкоцитов - степень гемолиза эритроцитов	0,53 ^{xx}
I8	Степень гемолиза лейкоцитов - степень гемолиза эритроцитов	0.20
I9	Степень гемолиза лейкоцитов - степень гемолиза эритроцитов после введения фенилгидразина	0,39 ^{xx}

x - коэффициент корреляции достоверен при $P < 0,05$;

xx - коэффициент корреляции достоверен при $P < 0,01$.

В скобках указано число животных во всех группах.

как это отмечено у животных, адаптированных к динамическим нагрузкам, а с уменьшением ее. Не исключено также, что дозированная динамическая нагрузка для животных тренированных статическими напряжениями, оказалась достаточно большой и в этом случае не проявился эффект экономизации функций.

Своеобразными оказались соотношения между коэффициентами корреляции в сочетаниях I4 и I5; I8 и I9. Здесь достоверная взаимосвязь между временем висения до утомления и степенью гемолиза лейкоцитов, с одной стороны, и степенью гемолиза эритроцитов, с другой, проявилась только после дополнительной "нагрузки": инъекции гемолитического агента - фенилгидразина. С выявлением более отчетливых различий между контролем и адаптированными группами после воздействия дополнительных функциональных нагрузок - температурных, химических, мышечных и других - мы сталкивались неоднократно и раньше /3/.

Таблица 3

Корреляция между показателями сопротивляемости организма в контрольной группе и группах с гипотиреозом и тиреотоксикозом

№№ пп	Показатели	Коэффициент корреляции	
		Через I неделю /29/	Через 6 недель /23/
I	2	3	4
I	Пульс в покое - дыхание в покое	0,48 ^x	0,48 ^x
2	Пульс в покое - потребление O ₂ в покое	0,62 ^{xx}	0,77 ^{xx}
3	Дыхание в покое - потребление O ₂ в покое	0,44 ^x	0,53 ^x
4	Дыхание в покое - учащение дыхания после нагрузки	-0,3I	-0,0I
5	Учащение дыхания после нагрузки - потребление O ₂ в покое	-0,06	0,28
6	Пульс в покое - снижение температуры тела после охлаждения	0,40 ^x	0,26
7	Пульс в покое - время висения до утомления	-0,37	-0,2I
8	Дыхание в покое - снижение температуры тела после охлаждения	0,3I	0,43 ^x
9	Дыхание в покое - время висения до утомления	-0,39 ^x	0,0I
IO	Учащение пульса после нагрузки - снижение температуры тела после охлаждения	0,29	0,22
II	Учащение пульса после нагрузки - время висения до утомления	-0,08	-0,09

Продолжение таблицы № 3

1	2	3	4
12	Учащение дыхания после нагрузки - снижение температуры тела после охлаждения	-0,06	0,22
13	Учащение дыхания после нагрузки - время висения до утомления	0,28	-0,20
14	Потребление O_2 в покое - понижение температуры тела после охлаждения	0,06	0,40
15	Потребление O_2 в покое - время висения до утомления	0,01	-0,27
16	Снижение температуры тела после охлаждения - время висения до утомления	-0,33	-0,18

x - коэффициент корреляции достоверен при $P < 0,05$;

xx - коэффициент корреляции достоверен при $P < 0,01$.

В скобках указано число животных в трех группах.

Таким образом, фактический материал дает достаточно оснований утверждать, что тренировка статическими нагрузками, совершенствуя функции различных систем организма и координацию между ними, приводит к появлению достоверных взаимосвязей между различными критериями сопротивляемости организма на разных уровнях.

Оставалось неясным, однако, не являются ли столь выраженные корреляции следствием не только или не столько повышения сопротивляемости при адаптации к мышечным нагрузкам, сколько результатом снижения ее при нарушении баланса тиреоидных гормонов. Данные, приведенные в таблице 3, позволяют считать, что роль этого фактора в установлении достоверных корреляций невелика.

Еще одним аргументом в пользу особой роли мышечной тренировки являются результаты обработки данных, полученных на животных, подвергнутых перед началом эксперимента хирургической декортикации. Декортикация, которая полностью предупреждает эффект адаптации к статическим нагрузкам /5/, активно препятствует также установлению большинства

к статическим мышечным напряжениям. Очевидно, меньшая степень учащения пульса после дозированной динамической нагрузки у животных, адаптированных к статическим напряжениям, сочетается не с увеличением работоспособности организма, как это отмечено у животных, адаптированных к динамическим нагрузкам, а с уменьшением ее. Не исключено, что дозированная динамическая нагрузка для животных тренированных статическими напряжениями, оказалось достаточно большой и в этом случае не проявился эффект экономизации функций.

Полученные в опытах на белых крысах данные согласуются с нашими наблюдениями на спортсменах. Мы неоднократно имели возможность убедиться, что у высокотренированных спортсменов некоторых специальностей имеет место достоверная взаимосвязь между пульсом, реакцией его на дозированную или максимальную нагрузку и работоспособностью сгибателей пальцев руки.

Л и т е р а т у р а

1. Барашков В.А., Об особенностях адаптации к динамическим мышечным нагрузкам у белых крыс с тиреоидиновым токсикозом, гипо- и атиреозом. Автореф. канд.дисс., Ярославль, 1971.
2. Елисеев В.Г., Труды 1-го Московского медицинского института, 2, 7, М., 1957.
3. Русин В.Я., Влияние мышечной тренировки, адаптации к холоду и введения дибазола на неспецифическую сопротивляемость организма. Автореф. докт. дисс., Л., 1969.
4. Снедекор Д., Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии, М., 1961.
5. Чистяков В.В., Влияние тренировки статическими нагрузками на сопротивляемость организма при тиреотоксикозе и гипотиреозе и его механизм. Автореф. канд.дисс., Ярославль, 1972.
6. Thompson J., Vary H., Am. J. Physiol., 179, 405, 1954.

РЕОГРАФИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У СПОРТСМЕНОВ

И.А. Лебедев

Кафедра спортивных дисциплин (зав. Г.В. Утлин-
ский) Ярославского ордена Трудового Красного
Знамени государственного пединститута имени
К.Д. Ушинского

У 20 спортсменов 18-23 лет различной квалификации изучали реограмму щитовидной железы до и после выполнения локальной статической нагрузки — сжатие пальцами правой руки груши водяного манометра с усилием, равным 50% максимального, до утомления.

Обнаружены два типа тиреограммы — с обычной или высокой пресистолической волной и признаками различной скорости кровотока в железе. Статическая нагрузка вызывала фазовые изменения кровотока в щитовидной железе.

С помощью метода реографии можно изучать такие: показатели кровообращения, как относительное кровенаполнение органа, состояние сосудистого русла, характер оттока крови. В известной мере метод позволяет судить и о функции органа. Поскольку щитовидная железа труднодоступна для изучения ее деятельности у людей в каждый данный момент, то использование такого надежного и безопасного метода как реография позволит получить сведения о таком важном физиологическом показателе как гемодинамика в обычных условиях и изменения ее под влиянием физической нагрузки. В связи с этим, нами была предпринята попытка изучить с помощью реографии некоторые показатели гемодинамики в щитовидной железе у спортсменов до и после выполнения ими локальной статической нагрузки — сжатия груши водяного манометра с усилием, равным 50% от максимального, продолжительностью до отказа.

Обследованию подвергались 20 спортсменов — мужчин в возрасте 18–23 лет. Испытуемые на протяжении всего опыта находились в положении полулежаче, с несколько запрокинутой головой, в кресле с подголовником. Электроды фиксировались мягким резиновым бинтом. Нами использовалась реографическая приставка РГГ-ОГ, запись производилась на двухканальном чернильнопишущем кардиографе типа 047, на втором канале которого записывалась кардиограмма. Аппаратура и испытуемые находились в экранированной камере. Тиреограммы записывались до нагрузки, сразу после нее и на 1-ой, 3-ей и 5-ой минутах восстановления. Нами, как и другими авторами [2], изучались внешний вид тиреограмм, высота основной волны (в омах), отношение времени восходящей части волны ко времени всего цикла — A/T в %/. Такие показатели как отношение некоторых амплитуд катакроды к амплитуде основной волны не определялись из-за того, что диастолическая инцизура опускалась иногда за изолинию. Материал обрабатывали статистически с использованием критерия t Стьюдента.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я и и х о б с у ж д е н и е

Анализ результатов показал, что по внешнему виду и количественным данным можно выделить два типа тиреограмм с незначительными промежуточными формами.

В группе I тиреограммы 12 человек напоминали реоэнцефалограммы, т.е. на них отмечалась , дополнительные волны с небольшой дикротической инцизурой. На каждой из тиреограмм имелась небольшая, но четко выраженная пресистолическая волна (рис. I, A) .

В группе 2 внешний вид тиреограмм 8 других испытуемых был иным из-за очень высокой пресистолической волны, которая достигала 30–80% высоты основной волны (рис. I, B). Нисходящая часть волны также имела особенность — чем выше была пресистолическая волна, тем круче опускалась дикротическая инцизура. В отдельных случаях инцизура достигала изолинии или даже опускалась ниже ее. Кровь как бы "отсасывалась" из желез, чтобы в следующий момент поступить туда большей порцией, о чем свидетельствуют весьма высокий дикротический подъем и большая пресистолическая волна. Такой вид тиреограмм напоминает реоволны, полученные при отведениях с прекардиальной зоны у больных тиреотоксикозом /4/.

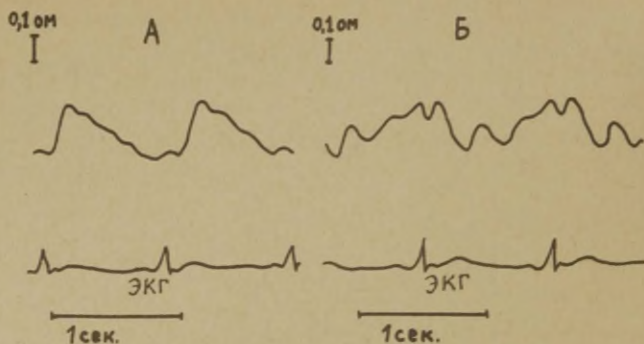


Рис. I.

Типичные реограммы у спортсменов гр. I /А/ и гр. 2 /Б/.

Амплитуда тиреограмм в обеих группах была одинаковой и составляла $0,33 \pm 0,01$ ома. Относительная скорость кровотока (показатель А/Т) была выше в группе 2 — $7,6 \pm 0,3\%$, против $9,4 \pm 0,4\%$ в группе I ($P < 0,001$).

Статическая нагрузка вызвала увеличение амплитуды тиреограмм в группе 2 до $0,44 \pm 0,02$ ома и снизила ее в группе I до $0,27 \pm 0,03$ ома, разница между этими показателями достоверна ($P < 0,001$). К концу пятой минуты амплитуда волн у испытуемых группы 2 уменьшилась до исходной ($0,31 \pm 0,02$ ома), а в группе I она была достоверно ниже исходной ($0,28 \pm 0,02$ ома $P < 0,02$). Судя по этим цифрам, нагрузка привела к увеличению кровообращения в щитовидной железе у спортсменов группы 2 и уменьшила его у испытуемых группы I. Относительная скорость кровотока возросла в обеих группах, но больше — также в группе 2, так как показатель А/Т уменьшился здесь на 12%, а в группе I — на 7%. Таким образом, несмотря на высокую относительную скорость кровообращения в щитовидной железе до нагрузки, у спортсменов группы 2 произошло еще большее увеличение кровоснабжения в результате работы, тогда как в группе I это было менее заметным. По-видимому, незначительность нагрузки привела к быстрому замедлению кровотока у всех спортсменов, так как показатель А/Т к концу 5-ой минуты превосходил исходный уровень в обеих группах.

Рядом авторов показано, что активность щитовидной железы, определяемая по содержанию тироксина в крови и

по активности поглощения радиоактивного йода под влиянием мышечной работы прямо зависит от степени тренированности спортсменов. При высокой тренированности эти показатели увеличиваются, при низкой – снижаются /3, 6/. Имеются данные и об угнетении деятельности щитовидной железы при мышечной работе /5/, однако необходимо учитывать не только тренированность, но и характер и продолжительность работы спортсменов, в чем нас убедили результаты исследований А.А.Виру, А.П.Калликорма, К.Э.Томсон /1/.

Наши исследования, хотя бы и в относительной мере, позволили проследить такой довольно интимный процесс в щитовидной железе, как ее кровоснабжение под влиянием локальной статической нагрузки. При этом, нами выявлена четкая зависимость между характером тренировки, тренированностью двух групп спортсменов и некоторыми показателями гемодинамики в железе. Если предположить, что интенсивность кровоснабжения щитовидной железы прямо связана с ее гормонообразующей функцией, то можно сделать предварительный вывод о большей активности щитовидной железы в покое и высокой её реактивности под влиянием статической нагрузки у спортсменов – лыжников. Это может быть связано с характером и условиями тренировки – длительными физическими нагрузками при низкой температуре окружающей среды.

Л и т е р а т у р а

1. Виру А.А., Калликорм А.П., Томсон К.Э., В сб. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 2, 19, Тарту, 1971.
2. Кахновский И.М., Островская С.В., Рубин М.П., Сов. мед. 3, 36, 1971.
3. Летунов С.П., Модестов В.К., Плешева И.М., Теория и практ. ф.к., 31, 6, 34, 1968.
4. Удод В.М., Набок М.Ф., Пробл. эндокрин. 10, 6, 14, 1964.
5. Хорол И.С., В кн. Методы исследования в спортивной медицине, Фис. М., 199, 1964.
6. Эрез В.П., В кн. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 102, Тарту, 1969.

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В.В.Скрябин, Н.А.Пампура, М.А.Ефман.

Кафедра физиологии и анатомии (зав. Р.А.Шабунин) Свердловского педагогического института.

Гормоны надпочечников и щитовидной железы принимают участие в тканевом обмене веществ, в частности в окислительно-восстановительных процессах при мышечной деятельности. Современная спортивная тренировка вызывает глубокие функциональные изменения не только в сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, мышечной системах, но и в эндокринных железах. С функцией органов внутренней секреции связаны все виды деятельности организма, в том числе и мышечная. При этом связь функций эндокринных желез и деятельности мышц двухсторонняя.

М е т о д и к а

С 1966 г. нами началось изучение характера метаболизма коркового слоя надпочечников, щитовидной железы, вегетативных органов (сердца, скелетных мышц, печени) и коры головного мозга у спортсменов под влиянием тренировочных и соревновательных нагрузок. Уровень метаболизма в исследуемых системах определялся косвенным путем, т.е. применением модифицированной реакции оседания эритроцитов (МРОЭ), предложенной А.М. Ефман (1) в 1938 г.

Сущность модифицированной реакции оседания эритроцитов, как известно, состоит в сравнении величины РОЭ, поставленной после прибавления к 100 мм взятой из пальца цитратной крови 25 мм лизата исследуемого органа с величиной обычной, т.е. контрольной РОЭ (КРОЭ). Дополнительно к цифровому показателю нами для анализа применен МРОЭ-индекс, полученный путем деления величин МРОЭ на КРОЭ.

Автором реакции установлено, что лизат, прибавленный к крови человека, замедляет ход оседания эритроцитов по сравнению с обычной РОЭ, при чем величина МРОЭ снижается в пределах от 1/3 до 1/2 величины КРОЭ. Влияние лизата на ход реакции зависит от количественных и качественных особенностей находящихся в крови метаболитов отдельных органов и тканей, т.е. продуктов протекающего в них обмена веществ. Реакция оседания эритроцитов ставилась с лизатами: мышцы сердца, щитовидной железы, коркового слоя надпочечников, коры мозга, скелетных мышц 100 спортсменов в начале и в конце тренировок и до и после участия их в календарных играх и соревнованиях. У большинства спортсменов, которые по данным врачеб-

ного контроля и субъективным показателям, хорошо переносят тренировочные и соревновательные нагрузки. МРОЭ с лизитами была в пределах от 1/3 до 1/2 уровня контрольной реакции, т. е. соответствовала нормальному уровню обмена веществ. Спортсмены недостаточно подготовленные или утомленные отличались ускоренным ходом МРОЭ, которая приближалась к величине контрольной реакции, что характерно для уровня обмена веществ в исследуемом органе. Более резкие сдвиги в ходе реакции отмечались при постановке ее до и после игры в футбол и хоккей с шайбой в конце спортивного календаря.

Изменение результатов МРОЭ в связи с состоянием тренированности можно объяснить уровнем обменных процессов в исследуемых органах, что позволило рекомендовать постановку МРОЭ как доступного теста для характеристики состояния тренированности и прогнозирования реакции на предстоящую физическую нагрузку спортсмена. Дальнейшее применение модифицированной реакции оседания эритроцитов (МРОЭ) в практике врачебного контроля над ходом спортивной тренировки позволило собрать материал для настоящего сообщения.

В основу данного сообщения легли результаты изучения функциональной активности щитовидной железы спортсменов-пловцов, выполняющих физические нагрузки различных режимов, как в подготовительный тренировочный период, так и во время соревнований. Кроме того была поставлена задача выяснить степень восстановления функционального состояния щитовидной железы через 24 часа после тренировок, что может помочь рациональному планированию тренировочных нагрузок. Параллельно с изучением функциональной активности щитовидной железы проводились наблюдения за изменением интенсивности метаболизма в других органах и железах для дальнейшей корреляции их активности при мышечной работе.

Результаты и их обсуждение

Обследованы по-этапно высококвалифицированные пловцы-дети в количестве 30 человек, у которых изучалась активность щитовидной железы методом постановки МРОЭ.

I-ый этап исследования заключался в постановке МРОЭ с лизатами щитовидной железы, мышцы сердца, печени, скелетных мышц и коры мозга до и после тренировок интервального и равномерного характера. Из таблицы № I следует, что интервальная тренировка ускорила ход РОЭ с лизатом щитовидной железы, а МРОЭ индекс увеличился с 0,425 до 0,534.

Влияние равномерной тренировки сказалось в замедлении реакции оседания эритроцитов с лизатом щитовидной железы (было 0,418, замедлилась до 0,408).

Изучение восстановительного периода после тренировочных занятий показало, что МРОЭ, поставленная с лизатом щитовидной железы, через 24 ч. после интервальной тренировки несколько замедлилась. МРОЭ-индекс был 0,534 стал 0,521.

Изменение хода МРОЭ под влиянием спортивных тренировок
Таблица I

		Виды тренировок	
		Равномерная	Интервальная
МРОЭ с лизатом щитовидной же- лезы	До трени- ровки	0,418	0,425
	После тре- нировки	0,408	0,534
	Через 24 ч. после тре- нировки	0,418	0,521

2-й этап: - изучалось влияние соревновательных нагрузок на спортсмена. Так, до прохождения дистанции 100 м в/ст., 200 м и 400 м комплексного плавания, МРОЭ с лизатом щитовидной железы равнялась соответственно 0,449, 0,349, 0,391 (средние данные), а после соревнований МРОЭ изменилась в сторону ускорения - 0,591, 0,546, 0,591.

Полученные данные позволили провести корреляцию между уровнем метаболизма щитовидной железы и метаболизмом других органов как до, так и после тренировок и соревнований. Результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Виды нагрузок		МРОЭ индекс с лизатами					
		сердца	печени	коры головного мозга			
Интерваль- ная трени- ровка	до	0,347	0,879	0,700	2,031	0,792	2,484
	после	0,471	1,228	0,724	2,135	0,904	3,397
Равномерная тренировка	до	0,726	2,145	0,742	2,220	0,610	1,716
	после	0,851	2,877	0,922	3,133	0,823	2,675
Соревнования а) 100 м в/ст	до	-	-	-	-	-	-
	после	0,830	3,342	-	-	-	-
б) 200 м. компл.,	до	0,779	2,603	0,805	2,771	-	-
	после	0,872	3,305	0,931	4,087	0,981	5,953
в) 400 м. компл.,	до	0,612	1,856	0,586	1,723	-	-
	после	0,742	2,402	-	-	0,754	2,146

Результаты исследования показали, что тренировочная и соревновательная нагрузка изменяет ход модифицированной реакции оседания эритроцитов, что согласуется с имеющимися в литературе данными (В.В.Скрябин, М.А.Ефман(3), М.А.Ефман, В.Г.Половцев, Н.А.Пампура (2)).

Полученные сдвиги величин МРОЭ в результате проведенных тренировок показали, что метаболизм щитовидной железы под влиянием интервальной тренировки понизился, а равномерной — повысился. Понижение функционального состояния щитовидной железы после интервальной тренировки говорит о утомительности и напряженности нагрузки, что подтверждается также медленным восстановлением функционального состояния после нее. Характерно, что после тренировок функциональное состояние щитовидной железы тесно коррелировало с уровнем метаболизма в коре мозга ; так после интервальной тренировки в щитовидной железе и в коре мозга отмечено понижение обменных процессов.

Мы склонны рассматривать развитие снижения активности щитовидной железы как приспособительную реакцию организма в ответ на воздействие максимальной физической нагрузки, что связано с тратой функционального потенциала железы : это коррелируется с соответствующей реакцией головного мозга, где также отмечается пониженный метаболизм.

Резкое снижение функционального состояния щитовидной железы и уровня метаболизма в коре головного мозга после прохождения дистанций 200 и 400 м комплексного плавания можно объяснить развитием охранительного торможения, как следствие острого утомления при прохождении соревновательных дистанций с максимальной и субмаксимальной мощностью. Высокая корреляция отмечается между активностью щитовидной железы и метаболизмом сердечной мышцы и печени.

Л и т е р а т у р а

1. Ефман А.М., Модифицированная реакция оседания эритроцитов. Свердловск, 1938.
2. Ефман М.А., Половцев В.Г., Пампура Н.А., Теория и практика физической культуры. 3, 33, 1967.
3. Скрябин В.В., Ефман М.А., Материалы IX Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности, 3, 37, М., 1966.

ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИИ ПОЧЕК ВО ВРЕМЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУ-
ЗОК РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ, ЗАВИ-
СИМО ОТ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Т.П.Сээне

Проблемная лаборатория по основам мышечной деятельности
/зав. А.А.Виру/ Тартуского гос.университета

У 90 спортсменов, тренирующихся в видах спорта, развивающих выносливость, изучались изменения диуреза, клиренс эндогенного креатинина, АДА плазмы крови, экскреция глюкокортикоидов, электролитов, креатинина и потери воды и электролитов во время марафонского бега и разных по интенсивности и продолжительности стандартных нагрузок на велоэргометре.

Во время ступенчато возрастающих нагрузок на велоэргометре в группе меньшей работоспособности отмечено снижение диуреза, обусловленного снижением клубочковой фильтрации. В группе высшей работоспособности диурез не снижался. Во время марафонского бега и двадцатиминутной тяжелой работы на велоэргометре в группе высшей работоспособности получено снижение диуреза одновременно с повышением АДА плазмы крови, снижением клубочковой фильтрации и экскрецией глюкокортикоидов. Обсуждаются причины снижения диуреза во время физических нагрузок.

Известно, что основные потери воды и электролитов во время физической работы происходят экстраренально (4, 19, 23). По классическим представлениям потеря Na с потом повышается параллельно с повышением потоотделения. Однако имеются данные о том, что у высококвалифицированных стайеров потоотделение более интенсивнее, чем у третьеразрядников, и концентрация Na в поте у первых значительно меньше (5, 21). У высококвалифицированных стайеров тотальная потеря электролитов (обусловлена низкой концентрацией) значительно меньше, чем у третьеразрядников во время работы (7). Как правило, потеря воды потовыми железами приводит к компенсаторному понижению диуреза (14, 15, 18).

Однако, литературные данные об изменении диуреза во время физической работы противоречивы. Некоторые исследователи отмечали снижение диуреза после кратковременной работы, тогда как по данным других исследователей, даже длительные и интенсивные нагрузки не понижают диуреза (22). У регулярно тренирующихся спортсменов изменения диуреза и механизмов его регуляции, в частности антидиуретической активности (АДА) плазмы крови под влиянием физической работы разной интенсивности и продолжительности, изучены крайне мало (9, 17). Целью настоящей работы было изучение ренальных потерь воды и электролитов и механизмов их регуляции во время физической нагрузки разной продолжительности и интенсивности.

М е т о д и к а

Работа проведена с 90 спортсменами, регулярно тренирующихся в видах спорта, развивающих выносливость. Средний возраст участников 23 года. В 1-ой группе (марафонский бег) и во 2-ой группе (90 минутная работа - 916 кгм/мин. на велоэргометре) подпытными являлись кан. М.С. и М.С. В 3-й группе (группа высшей работоспособности) спортсмены выполняли на велоэргометре ступенчато через три минуты повышающейся нагрузки до отказа (общий объем и продолжительность работы в среднем соответственно 15 334 кгм и 16 мин. 26 сек.). В 4-ой группе (группа меньшей работоспособности), спортсмены выполняли такую же работу как 3. группа. (Общий объем и продолжительность работы в среднем соответственно 9738 кгм и 12 мин. 28 сек.). В 5-ой группе третьеразрядники выполняли 90-минутную работу на велоэргометре 916 кгм/мин. В 6-ой группе спортсмены выполняли 20-минутную работу на велоэргометре с мощностью $P_{C_{170}}$ (в среднем 1743 кгм/мин) и в 7-ой группе те же спортсмены выполняли 20-минутную работу на велоэргометре с мощностью 40% от $P_{C_{170}}$ (в среднем 618 кгм/мин.).

В 1., 2. и 3. группах подопытным перед работой давали воду *ad libitum*, а в 3., 4., 6. и 7. группах 1 час до исследования и непосредственно перед работой давали воду 3 мл на 1 кг веса. Кровь для определения АДА брали непосредственно после работы. Определение АДА проводилось по методу J. Heller (13) с некоторыми изменениями. Мочу собирали в течение часа до исследования и в начале работы до 30-40 мин. после окончания работы. Пот для определения содержания Na и K собирали капсульным методом (21). Содержание Na и K в моче и поте определяли методом пламенной фотометрии. Экскрецию глюкокортикоидов определяли методом Редди в модификации Брауна (12). Клубочковая фильтрация определялась клиренсом эндогенного креатинина, вычисленного на $1,73 \text{ м}^2$ поверхности кожи. Экстрауренальные потери воды определялись весовым методом.

Результаты исследования

АДА плазмы крови

Достоверное повышение: АДА наблюдали после 20 мин. работы на велоэргометре (1743 кгм/мин) ($P < 0,01$) и после работы ступенчато повышавшимися нагрузками в группе меньшей работоспособности ($P < 0,05$). В I группе АДА не исследовали. В остальных группах изменения АДА плазмы оказались статистически незначительными (рис. 1).

Изменения диуреза

После марафонского бега снижение диуреза отмечено у 100% участников. После 20 мин. работы (1743 кгм/мин) снижение диуреза наблюдали у 82% участников и после ступенчато возрастающих нагрузок в 4.группе у 76,9% участников. У спортсменов с высшей работоспособностью после ступенчато возрастающих нагрузок снижение диуреза отмечено только у 12,5% участников. После 90 мин. работы во 2-ой группе диурез снижался у 41,6% участников и в 5-ой группе у 42,9% участников. Повышение диуреза у 100% участников отмечено после 20 мин. работы с мощностью 40% от PWC_{170} (рис.1).

Клиренс эндогенного креатинина

Исследования проводили в 3, 4, 6. и 7. группах (рис. 1). Снижение клиренса отмечено после 20 мин. работы 1743 кгм/мин ($P < 0,01$) и после ступенчато возрастающих нагрузок в группе меньшей работоспособности ($P < 0,01$). В остальных группах изменения оказались статистически незначительными.

Экскреция креатинина

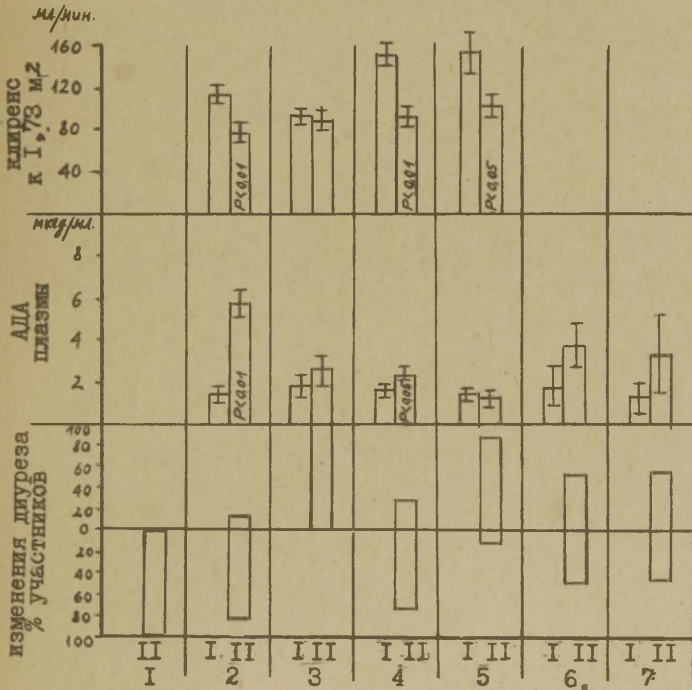
Существенное снижение экскреции креатинина отмечено только после 20 мин. работы 1743 кгм/мин ($P < 0,05$) (рис.2).

Экскреция глюкокортикоидов

Снижение экскреции глюкокортикоидов наблюдали после марафонского бега ($P < 0,01$) и после 20 мин. работы на велоэргометре 1743 кгм/мин ($P < 0,01$) (рис.2).

Рисунок I

Изменения в функции почек и АДА плазмы крови у регулярно тренирующихся спортсменов в зависимости от характера нагрузки



Обозначения на рис. 1, 2, 3:

- I - до работы
- II - после работы
- 1 - марафонский бег
- 2 - 20 мин. работы 1743 кгм/мин.
- 3 - 20 мин. работы 618 кгм/мин.
- 4 - ступенчато, через 3 мин. возрастающие нагрузки до отказа в группе меньшей работоспособности 9738 кгм за 12 мин.
- 5 - та же нагрузка в группе вышей работоспособности 15334 кгм за 16 мин.
- 6 - 90 мин. работа 916 кгм/мин. в группе третьеразрядников
- 7 - та же нагрузка в группе М.С.

Рисунок 2

Изменения экскреторной функции почек у регулярно тренирующихся спортсменов в зависимости от характера нагрузки

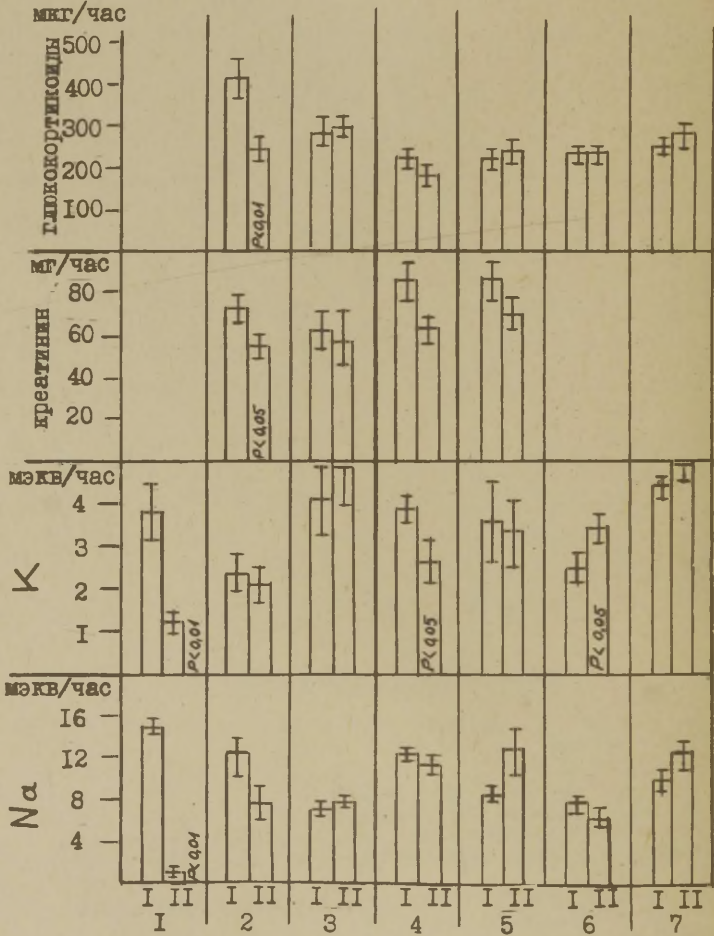
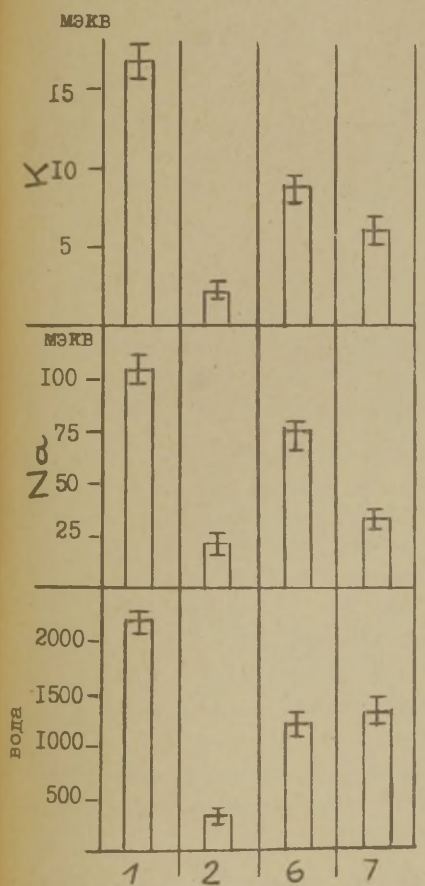


Рисунок 3
Потеря воды и электролитов потом



Электролитный обмен

Снижение концентрации Na в моче отмечено во время марафонского бега ($P < 0,01$) и во время 90-минутной работы на велоэргометре в группе третьеразрядников ($P < 0,01$) во время 20-минутной работы 618 кгм/мин ($P < 0,05$) и в группе высшей работоспособности во время ступенчато возрастающих нагрузок ($P < 0,05$).

Повышение концентрации K в моче наблюдали во время марафонского бега ($P < 0,01$) и во время 90-минутной работы в группе третьеразрядников.

Существенное снижение экскреции Na и K с мочой отмечено во время марафонского бега ($P < 0,01$) (рис. 2).

Потеря Na потовыми железами во время 90 мин. работы во 2-ой группе составляла в среднем 33,6 мэкв, а у третьеразрядников — 74,5 мэкв, а потеря K соответственно — 6,41 мэкв и 8,35 мэкв. Во время 20 мин. работы (1743 кгм/мин) потеря Na потом составляла в среднем 19,9 мэкв и K 1,89 мэкв. Во время марафонского бега соответственные потери — 108,5 мэкв и 16,49 мэкв (рис. 3). Потери воды потовыми железами во время марафонского бега составляли в среднем 2410 г., во время 90 мин. работы у высококвалифицированных спортсменов — 1130 г. и у третьеразрядников — 1230 г. Во время 20 мин. работы (1743 кгм/мин) соответственные потери составляли в среднем 315,4 г (рис. 3).

Обсуждение результатов

При высокой физической активности отмечаются значительные потери воды и электролитов потом, поскольку понижение температуры тела происходит за счет испарения пота с поверхности кожи. Так как при чрезмерном повышении температуры тела работоспособность резко понижается (11, 20), адекватная секреция и испарение пота имеет большое значение при сохранении высокой работоспособности. Снижение концентрации Na пота у высококвалифицированных стайеров можно рассматривать как адаптацию потовых желез во время тренировок на развитие выносливости (21).

Трудно объяснить остается вопрос, почему не снижается диурез у высококвалифицированных спортсменов даже во

время длительной нагрузки, когда экстраренальные потери воды составляют в среднем 1,5% от веса. Разноречивые результаты изменения величины диуреза во время кратковременных работ объясняются очевидно разной работоспособностью, разной гидратацией и разным характером тренировки подопытных. Очевидно, повышение диуреза при кратковременной работе (6) указывает на такое перераспределение крови, которое не приводит к понижению почечного кровотока во время физической работы (3). Нельзя не учитывать также, что происходящая в процессе тренировки биохимическая адаптация организма специфична и зависит от характера применяемых нагрузок (8). Поскольку нашими подопытными являлись спортсмены, тренирующиеся на развитие выносливости, вполне возможно, что механизмы регуляции объема крови, в частности восстановления его за счет интерстициальной жидкости, у этих спортсменов функционируют более быстро и совершенно. Используемые разные режимы гидратации организма подопытных также могут изменить полученные результаты.

До настоящего времени определенный интерес представляет вопрос: за счет чего изменяется диурез во время физических нагрузок? При тяжелой физической нагрузке большая часть исследователей находила, что уменьшение диуреза происходит за счет замедления клубочковой фильтрации (2, 10, 16). По нашим данным двадцатиминутная тяжелая работа сопровождается понижением диуреза у 82% участников и достоверным снижением клубочковой фильтрации. При этом экскреция глюкокортикоидов понижалась, а АДА плазмы крови повышалась. Наивысшую коррелятивную связь с диурезом во время 20 минутной работы имеет АДА плазмы ($r = - 70$).

Во время ступенчато повышающихся нагрузок в группе спортсменов меньшей работоспособности, очевидно, гемодинамические факторы имеют наибольшую роль в снижении диуреза. На это указывает корреляционная связь между диурезом и клиренсом эндогенного креатинина ($r = 0,73$). У спортсменов высшей работоспособности снижения диуреза не отмечается, очевидно, за счет системы кровоснабжения, успевающей обеспечивать выполнение этой работы без снижения почечного кровотока. Возможно, что активация кининной системы почек обеспечивает снижение периферического сопротивления и более эффективное повышение регионарного

кровотока у спортсменов в сравнении с нетренированными (6). Исследованию экскреторной функции почек при физической работе, на наш взгляд, в большей мере способствует предварительное создание одинаковой гидратации организма. Поскольку большие водные нагрузки изменяют концентрацию электролитов и секрецию основных гормонов, регулирующих водный обмен (АДГ и глюкокортикоиды), на наш взгляд, гидратация 3 мл на кг веса является более подходящей. Надо отметить, что даже при одинаковой гидратации подопытных появляются довольно обширные расхождения в величине диуреза, обусловленного индивидуальной чувствительностью организма. Так, в наших опытах при гидратации 3 мл на 1 кг веса у части подопытных наблюдали повышение диуреза выше 100 мл/час с одновременным снижением АДА $< 1,25$ мкед/мл. Повышение диуреза сопровождалось повышением экскреции глюкокортикоидов. Наши данные о повышении экскреции глюкокортикоидов после гидратации 3 мл на кг веса совпадают с данными А.А.Виру (1), указывающие на повышение глюкокортикоидной активности при повышенной гидратации. Между экскрецией глюкокортикоидов и диурезом ($r=71$) и глюкокортикоидами и АДА плазмы ($r=-64$) в наших опытах найдены корреляционные связи.

Несмотря на снижения концентрации Na и K во время повышения диуреза экскреция электролитов мочой повышается. Это подтверждается корреляцией между диурезом и экскрецией Na ($r=0,94$) и K ($r=0,92$) с мочой.

Сравнение ренальных и экстраренальных потерь воды и электролитов во время мышечной работы у спортсменов разной работоспособности выявило, что при кратковременных повышающихся нагрузках в экскреции электролитов разница не обнаруживается, но она появляется при длительной работе. Очевидно разница изменений диуреза в группах разной работоспособности уже при кратковременной работе обусловлена гемодинамическими факторами.

При оценке изменения диуреза существенным критерием, на наш взгляд, является выполняемая нагрузка. Нагрузки, которые вызывают большие сдвиги в распределении жидкостей между пространствами тела (снижение внутрисосудистого объема), вызывают снижение диуреза. При этом сдвиг должен быть настолько значительным, что быстрый транскапиллярный

обмен воды за счет интерстициальной жидкости его не компенсирует во время работы. Нагрузки (ступенчато возрастающие), которые не вызывают больших сдвигов в распределении жидкостей между пространствами тела или же вызывают сдвиги настолько незначительные, что они компенсируются в ходе работы, не вызывают снижения диуреза. Во время последней нагрузки при сокращении почечного кровотока, снижение диуреза обуславливают гемодинамические факторы.

Полученные нами данные позволяют характеризовать более квалифицированных спортсменов, тренирующихся на видах развивающих выносливость, во время длительной физической нагрузки такими данными: сохранением потоотделения в течение длительного времени на достаточно высоком уровне, снижением концентрации Na и K в поте и поддержанием функциональной устойчивости гипофизарно-адренокортикальной системы до конца работы.

В ы в о д ы

1. Во время ступенчато возрастающих нагрузок на велоэргометре в группе меньшей работоспособности диурез снижается за счет снижения клубочковой фильтрации.

2. В группе высшей работоспособности ступенчато возрастающие нагрузки не снижают диурез.

3. Во время 20-минутной тяжелой работы на велоэргометре в группе высшей работоспособности диурез снижается с одновременным снижением клубочковой фильтрации и глюкокортикоидной активности и повышением АДА.

Л и т е р а т у р а

1. Виру А.А. В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности 55, Тарту, III, 1971.
2. Глезер Г.А., Ледяшова Г.А., Лубуж К.Д. Теор. и практ. физ.культ. I, 49, 1972.

3. Глезер Г.А., Лубух К.Д. Теор. и практ. физ. культ. I, 40, 1973.
4. Евгеньева Л.Я. В кн.: Физиологические обоснования тренировки, 71. Москва, 1969.
5. Кырге П.К., Сээне Т.П., Роосон С.Я. Материалы всесоюзного симпозиума, Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнении спортивных упражнений 135, Ленинград, 1972.
6. Ланцберг Л.А., Некрасова А.А. Теор. и практ. физ.культ. II, 28, 1970.
7. Сээне Т.П. Тезисы IV научно методической конференции по вопросам спортивной тренировки, 156, Таллин, 1972.
8. Яковлев Н.Н. В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, 5. Тарту, II, 1971.
9. Baisset, A., Montastrue, P. Medicine education physique et sport 1, 119, 1962.
10. Ba'lint, P. Normale und pathologische Physiologie der Nieren. Berlin, 1969.
11. Bevegard, B.S., Shepherd, J.T. Physiol. Reviews 47, 178, 1967.
12. Brown, J.H.U. Metabolism 4, 295, 1955.
13. Heller, J., Stulc, J. Physiol. Bohemoslov. 8, 589, 1959.
14. Hellmann, K., Weiner, J., J. Appl. Physiol. 6, 194, 1953.
15. Itoh, S. Japan. J. Physiol. 4, 185, 1954.
16. Kachadorian, W.A., Johnson, R.E. J. Appl. Physiol. 28, 748, 1970.
17. Kozlowski, S., Szczepanska, E., Zelinski, A. Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie 75, 218, 1967.
18. Leithead, C.S., Pallister, M.A. Lancet 2, 114, 1960.
19. Pugh, L.G., Corbett, J.L., Johnson, R.H. J. Appl. Physiol. 23, 347, 1967.
20. Saltin, B. J. Appl. Physiol. 19, 1125, 1964.
21. Seene, T., Kõrge, P. Estonian Contributions to the International Biological Programme VI, Tartu 1973.
22. Zuntz, N., Schumburg, W. Studien einer Physiologie des Marsches. Berlin, 1901.
23. Viru, A., Kõrge, P. Int. Z. angew. Physiol. 29, 173, 1971.

НЕКОТОРЫЕ ЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЖЕЛУДОЧ- НОЙ СЕКРЕЦИИ У БОРЦОВ В УСЛОВИЯХ СГОНКИ ВЕСА

А.А. Плешаков, В.Г. Ионов, А.П. Меншиков, А.П. Куз-
нецов, Л.М. Осипова

Кафедра теоретических основ физического воспитания
/зав. А.А. Плешаков/ Курганского государственного
педагогического института

У спортсменов, сгоняющих вес, обнаруживается тенденция к снижению показателей секреторной функции желудка. Одной из существенных причин гипофункции желудочных желез является обезвоживание организма, возникающее в условиях сгонки веса. В механизме регуляции желудочной секреции в условиях дегидратации помимо нервных факторов важную роль играют сдвиги в секреции АДГ и глюкокортикоидной и минералокортикоидной активности коры надпочечников.

Предыдущими нашими исследованиями /7/ обнаружено, что у высококвалифицированных борцов, сгоняющих вес, в покое обнаруживается тенденция к снижению кислотообразующей и ферментовыделительной функции желудка.

Данные, полученные в эксперименте на животных /1,4/, а также клинический материал /15,16/ свидетельствуют о том, что одним из факторов, вызывающих морфологические сдвиги в сливистой оболочке желудка /2/ и способствующих угнетению секреторной функции желудочных желез, является дегидратация организма. Отмечено, что рабочие горячих цехов часто страдают анацидными и гипоацидными гастритами /15,16/.

На основании анализа собственных, а также литературных данных у нас возникло предположение, что одной из причин снижения функциональной активности желез у борцов является частое обезвоживание организма.

В настоящем исследовании мы решили убедиться в справедливости нашего предположения, а также изучить некоторые эндокринные механизмы регуляции секреторной функции желудка у борцов в условиях дегидратации.

М е т о д и к а

Под нашим наблюдением находилось 8 высококвалифицированных борцов наилегчайшей и легчайшей весовой категории /кандидаты в мастера, мастера спорта/ в возрасте 18–22 лет. Сгонка веса продолжалась 7 дней. В течение всего периода сгонки веса и во время соревнований у спортсменов собирали: часовые порции слюны (натошак), пот, суточную мочу. Во всех биологических жидкостях определялось содержание натрия и калия (методом пламенной фотометрии) и пепсиноген /12/.

Для суждения о функциональном состоянии коры надпочечников определяли коэффициент $\frac{K}{K}$ в слюне и моче; суммарное количество экскретируемого пепсиногена с мочой, слюной, потом, парами выдыхаемого воздуха); содержание 17-кетостероидов /13/ и 17-оксикортикостероидов /3/ в суточном объеме мочи.

На следующий день после соревнований изучалась базальная и стимулированная секреция желудочного сока (методом Н.И.Лепорского в модификации А.М.Утолова и др. /14/ и определялась антидиуретическая активность плазмы крови /5/). Из показателей секреторной функции желудка изучали кислотообразующую и ферментовыделительную функцию, а также содержание в желудочном соке натрия и калия.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Полученные нами данные показали, что в течение недели, находившиеся под нашим наблюдением борцы, за счет ограничений в питье, а также интенсивных нагрузок и парной бани /дважды/ теряли 4–5 кг веса, что составляет 8–10% от исходного веса. К концу сгонки веса у борцов возникли выраженные сдвиги в водно-солевом обмене. Так, например, у большинства спортсменов трудно было получить натошак, без стимуляции, хоть сколько-нибудь слюны; суточное выделение мочи снизилось до критического уровня и составляло 40–500 мл; резко изменилась экскреция натрия с мочой /с 3,5–4 г. до 0,7–1,8 г/, а также коэффициент $\frac{Na}{K}$, в моче, что свидетельствовало о повышении минералокортикоидной активности коры надпочечников /рис. 1/.

Наряду с изменениями в водно-солевом обмене обнаружены сдвиги в экскреции с мочой белкового азота, выражающиеся в некотором увеличении экскреции в начале сгонки и ее снижении к концу сгонки. Так, в последний день сгонки веса экскреция белкового азота с мочой в среднем составила 70% от его экскреции в первый день сгонки.

Уменьшение экскреции белкового азота с мочой сочеталось с его усиленной экскрецией с потом. Вследствие слож-

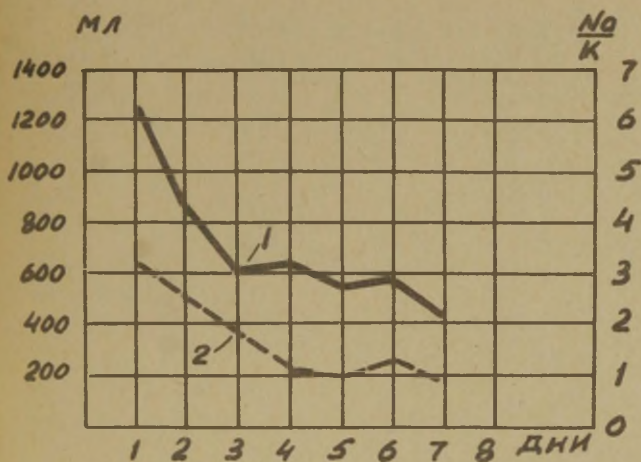


Рис. I.

Динамика изменений суточного объема мочи /1/ и коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче - /2/ у борцов в условиях сгонки веса.

ности учета валовой экскреции азота с потом трудно точно определить эту величину, однако, наши расчеты с поправкой на потерю веса с парами выдыхаемого воздуха показывают, что экскреция азота с потом у борцов составляла 30-35% его экскреции с мочой.

Исследование секреторной функции желудка на следующий день после соревнований показало, что у спортсменов снижен объем секрета, кислотообразующая и ферментовыделительная функции желудка, а также валовое содержание в желудочном соке натрия и калия.

Одновременно с угнетением показателей секреторной функции желудка обнаружено снижение коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне, а также уменьшение суммарной экскреции пепсиногена и экскреции 17-оксикортикостероидов с мочой /табл. 1/. Определение антидиуретической активности плазмы показало ее увеличение.

Таблица I

Желудочная секреция и функциональное состояние коры надпочечников у борцов на следующий день после соревнования ($M \pm m$).

Условия исследо- вания	Желудочная секреция						Функциональное состояние коры надпочечников				
	Объем секре- та (в мл)	Содер- жание HCl (в титр. ед)	Дебит- час HCl (в мг)	Дебит- час пеп- сино- гена (в г)	Дебит- час Na (в мэкв)	Дебит- час K (в мэкв)	Na K (мо- ча)	Na K (сле- на)	Экскре- ция 17- КС (в мг)	Экс- кре- ция 17- ОКС (в мг)	Пепсино- ген (в мг)
Исходные	8 ±88 9	±27 3,1	82 8,4	±1,07 0,12	±5,34 0,55	±145 0,15	±2,41 0,27	±0,96 0,09	±15,0 1,7	±3,73 0,41	±5,7 0,73
На следу- ющий день после со- ревнова- ний	8 ±56 6,1	±23 2,6	49 5,3	±0,47 0,08	±4,55 0,46	±0,48 0,10	±0,84 0,11	±0,63 0,07	±9,3 1,1	±2,16 0,25	±2,6 0,41

Обсуждение результатов

Обнаруженный нами сдвиг в секреторной функции желудка у борцов на следующий день после соревнования является результатом воздействия трех факторов: физического напряжения, эмоционального напряжения и дефицита воды в организме. Каждый из этих факторов способен вызвать в организме состояние "стресс" и изменить функцию секреторного аппарата желудка, в комплексе же эти факторы глубже затрагивают деятельность различных систем организма, в том числе и функцию желудочных желез.

Анализ литературных данных и материалов предыдущих наших исследований /8/ позволяет предположить, что в комплексе трех факторов, оказывающих влияние на желудочную секрецию, ведущим является дегидратация.

Согласно исследованиям Н.Н. Црониной. Т.С. Сулаквелидзе /10/ в механизме регуляции секреции пищеварительных соков, в том числе и желудочного, в физиологических условиях, а особенно в условиях обезвоживания организма, принимает участие АДГ, регулируя как отделение жидкой части секрета, так и производство HCl. Наши исследования показали, что у борцов на следующий день после соревнований обнаруживалась антидиуретическая активность плазмы крови, чего не наблюдалось в норме, очевидно, в связи с низкой чувствительностью метода.

Видимо, увеличение антидиуретической активности плазмы крови у борцов явилось одним из факторов, способствующих уменьшению объема секрета и снижению производства HCl.

Помимо сдвигов в антидиуретической активности плазмы крови у борцов обнаружено снижение экскреции пепсиногена, 17-кетостероидов и 17-оксикортикостероидов, /что может свидетельствовать об угнетении активности пучковой и сетчатой зон коры надпочечников/, а также уменьшение коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне, что, как считает ряд исследователей, является признаком увеличения функционального состояния клубочковой зоны коры надпочечников.

И снижение глюкокортикоидной и увеличение минералкортикоидной активности коры надпочечников, как свидетельствуют литературные данные, обзор которых имеется в монографии О.С. Радбиля, С.Г. Вайнштейна /11/, способствуют угнетению

деятельности секреторного аппарата желудка. Нашими исследованиями /9/ установлено, что у высококвалифицированных спортсменов разных специальностей кислотообразующая функция желудка, а также содержание в желудочном соке электролитов в значительной мере связано с величиной коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне.

Не исключена вероятность, что угнетение кислотообразующей функции желудка у борцов в первую очередь определяется возросшей продукцией минералкортикоидов, а повышенная секреция АДГ и снижение производства глюкокортикоидов лишь усиливают угнетающий эффект минералкортикоидов.

Следует иметь ввиду, что еще одной причиной угнетения кислотообразования у борцов являются большие потери хлоридов с потом. О зависимости кислотообразования от обмена хлора в организме свидетельствуют исследования И.П. Павлова /6/.

Что касается уменьшения объема секрета, то здесь, видимо, основную роль играет АДГ, а гормоны коры надпочечников усиливают его эффект.

В изменении же ферментовыделительной функции желудка по всей вероятности приоритет принадлежит пучковой зоне коры надпочечников.

Угнетение секреторной функции желудка в условиях дефицита воды в организме носит адаптационный характер и направлено на сохранение водно-солевого равновесия в организме.

Видимо, обнаруженная у борцов, сгоняющих вес, тенденция к гипофункции секреторного аппарата желудка в покое является результатом интегративного действия физического и эмоционального напряжения и обезвоживания организма, при ведущей роли обезвоживания. В механизме регуляции секреторной функции желудка в условиях обезвоживания существенную роль играют АДГ и гормоны коры надпочечников.

В ы в о д ы

1. На следующий день после соревнований у борцов, сгоняющих вес, угнетается функция всех секреторных элементов желудка.

2. Угнетение желудочной секреции сопровождается увеличением антидиуретической активности плазмы крови, умень-

шением коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне и снижением суммарной экскреции пепсиногена и 17-кетостероидов и 17-оксикортикостероидов с суточной мочой.

Л и т е р а т у р а

1. Есипенко Б.Е., Костромина А.П., Физиолог. ж. УРСР, 8, 6, 735, 1962.
2. Калишу В.А., Филкина Е.Е., Лазовская Л.И., Виноградов В.В., Бюлл. exper. биол. и мед., 45, 6, 106, 1968.
3. Крехова М.А., Пробл. эндокрин., 6, 2, 55, 1960.
4. Миронов В.С., Секрeция пищеварительных желез при дефиците воды в организме. Автореф. канд. дисс. Воронеж, 1966.
5. Наточин Ю.В., Шахматова Е.И., Пробл. эндокрин., 12, 1, 95, 1966.
6. Павлов И.П., Полное собрание сочинений. М.-Л., 2, 1946.
7. Плешаков А.А., В кн.: Желудочная секреция у спортсменов. / в печати /.
8. Плешаков А.А., Ионов В.Г., В кн.: Желудочная секреция у спортсменов / в печати /.
9. Плешаков А.А., Ионов В.Г., Юдина С.Н., Медведев В.А., Кузнецов А.П., Меншиков А.П., Огнев А.А., В кн.: Эндокринные механизмы регуляций приспособления организма к мышечной деятельности. 38151, Тарту, 1972.
10. Пронина Н.Н., Сулаквелидзе Т.С., Гормоны в регуляции водно-солевого обмена. Антидиуретический гормон. Л., 1969.
11. Радбиль О.С., Вайнштейн С.Г., Кора надпочечников и язвенная болезнь. Казань, 1967.
12. Сабай В.Н., Лабор. дело, 4, 241, 1968.
13. Уваровская О.М., Пробл. эндокрин., 2, 3, 110, 1956.
14. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н., Масевич И.Г., Надинова И.Я., Тимофеева Н.М., Исследования пищеварительного аппарата у человека. Л., 1969.
15. Шавеллохин, цит. по Юнусову А.Ю., Мирзакаримовой М.Г., Функций водно-солевых депо в различных температурных условиях. Ташкент, 1971.
16. Borchardt, w, Klin. Wochr., 2, 886, 1930.

О ЭНДОКРИННОМ ЗВЕНЕ РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ НА СТА- ТИЧЕСКИЕ МЫШЕЧНЫЕ НАГРУЗКИ

С. С. Полтырев

Кафедра физиологии и анатомии человека и животных
/зав. - проф. С.С. Полтырев/ Ярославского ордена
Трудового Красного Знамени государственного педа-
гогического института имени К.Д. Ушинского.

Результаты исследований автора и его сотруд-
ников ведут к обобщению, что в осуществлении
влияния статической нагрузки на организм большое
значение принадлежит гормональному звену.

Литературные данные и наш многолетний /7,8/ опыт экс-
периментального изучения различного характера влияний ре-
цепторов внутренних органов на различные стороны жизнедея-
тельности организма свидетельствуют о том, что с увеличе-
нием интенсивности воздействия все большее значение в слож-
норефлекторном механизме интероцептивных влияний приобрета-
ет гормональное звено. Оно особенно отчетливо проявляется
в условиях, когда на фоне повышенной общей возбудимости
ЦНС раздражитель действует на рецепторный аппарат, воз-
будимость которого также повышена.

Исследования, проведенные нашими сотрудниками И.А. Ле-
бедевым /6/, Л.А. Шитовым /10/, Т.Н. Быковой /1/, Т.А. Кор-
зиной /4/ с целью изучения проприоцептивных влияний на об-
менные процессы, функции и структуру ряда внутренних орга-
нов, с несомненностью установили, что в реакциях на мышеч-
ные нагрузки и в особенности на нагрузки статического харак-
тера значительной интенсивности гормонам щитовидной железы
и надпочечников принадлежит немаловажная роль.

Приведем ряд экспериментальных фактов, подтверждающих
это положение.

Так, И.А. Лебедевым /6/ показано, что угнетение дея-
тельности гипофиз-адреналовой системы, вызываемое введени-
ем гексония или удалением одного надпочечника и денерваци-

ей другого, отрицательно сказывается на адаптации собак к 2-х часовым статическим нагрузкам /СН/.

По данным Л.А. Шитова /10/, у собак с удаленным одним и денервированным другим надпочечником даже СН 150% от веса тела не вызывала перенапряжения миокарда /согласно данным ЭКГ/, хотя и имело место при этом кратковременное снижение функциональной способности сердца. У животных с интактными надпочечниками такая интенсивная статическая нагрузка всегда вызывала признаки т.н. перенапряжения миокарда и отчетливо выраженное снижение сократительной его способности.

В отсутствии щитовидной железы СН 50% и в особенности 150% от веса тела приводят к развитию резко выраженной коронарной недостаточности, что указывает на важную роль гормонов этой железы в адаптации организма здорового животного к значительным нагрузкам.

Весьма интересный факт был получен Т.Н. Быковой /1/ при изучении влияния СН на различные функции желудка у собак. Ею на большом экспериментальном материале было установлено, что у здоровых собак значительные по интенсивности /100% и 150%/ и длительности /ежедневно по два часа/ СН оказывают тормозящее влияние на секреторную /понижение количества отделяемого сока за секреторный период/ и эвакуаторную /замедление перехода испытуемых жидкостей из желудка в двенадцатиперстную кишку/ функции. По-иному указанные СН проявляли свое действие на работу желудка у собак с удаленным одним и денервированным другим надпочечником. В частности, желудочная секреция не снижалась, а, наоборот, возрастала, а эвакуация испытуемых жидкостей из желудка в кишечник происходила ускоренно. Видимо, при наличии одного надпочечника и к тому же разобщенного с центральной нервной системой большие СН не проявляют своего стрессорного действия на функции желудка, регулируемые преимущественно сложнорефлекторным путем /секреция, возбуждаемая мнимым кормлением мясом, эвакуация из желудка в кишечник по принципу кислотного рефлекса/. Однако того небольшого количества гормонов, выделяемых одним надпочечником с выключенной иннервацией, достаточно для того, чтобы снизить интенсивность т.н. гистаминовой секреции желудка /химическая фаза/.

Анализ накопленного в нашей лаборатории экспериментального материала не оставляет сомнений в том, что в осуществлении влияний СН умеренной интенсивности /50% от веса тела/ роль гормонального звена не велика. Она возрастает по мере увеличения нагрузок. Такие статические нагрузки, как 100% и 150% от веса тела, удерживаемые собакой на спине в течение двух часов, судя по вызываемому ими эффекту, с полным правом можно рассматривать как стрессоры. Подтверждением этого является тот факт, что при больших нагрузках статического и динамического характера, наряду с характерными для стрессорной реакции сдвигами со стороны белой крови, эозинопении, положительной реакции Торна и пр., в сердце, печени, почках, желудке, щитовидной железе и др. органах, развиваются различной степени выраженности дистрофические изменения /1,2,3,4,5,9,10/.

Л и т е р а т у р а

1. Быкова Т.Н. О проприоцептивных влияниях на функции желудка при статическом напряжении и механизме этих влияний. Кандидатская диссертация, Ярославль, 1971.
2. Гуздь П.З. В сб.: Вопросы врачебного контроля и лечебной физкультуры, 13, Киев, 1969.
3. Кириенко Н.П. В сб.: Вопросы врачебного контроля и лечебной физкультуры, 28, Киев, 1969.
4. Корзина Т.А. В сб.: Адаптация человека и животных в норме и патологии", 63, Ярославль, 1971.
5. Лапутин А.Н. В сб.: Вопросы врачебного контроля и лечебной физкультуры, 46, Киев, 1969.
6. Лебедев И.А. Некоторые показатели и механизмы адаптации к многократно применяемым статическим мышечным нагрузкам. Кандидатская диссертация, Ярославль, 1970.
7. Полтырев С.С. О рефлекторных нарушениях внутренних органов, Медгиз, 1955.
8. Полтырев С.С. Вопросы патогенеза и терапии некоторых заболеваний внутренних органов в свете экспериментальных данных, Медгиз, 1962.
9. Соболев В.Л. В сб.: Вопросы врачебного контроля и лечебной физкультуры, 48, Киев, 1969.
10. Шитов Л.А. О проприоцептивных влияниях на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и их механизм. Кандидатская диссертация, Ярославль, 1971.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

БЕЛЫХ КРЫС С АЛЛОКСАНОВЫМ ДИАБЕТОМ

Ю.А.Белоусов, Г.В.Трефилов

Кафедра физиологии (зав. С.С.Полтырев) Ярославского педагогического института

Опыты на белых крысах показали, что физическая тренировка предотвращает развитие значительных дистрофических и некробиотических изменений во внутренних органах при аллоксановом диабете.

Экспериментальный аллоксановый диабет сопровождается угнетением сердечной деятельности, функции внешнего дыхания, терморегуляции и газообмена. Вместе с тем снижается устойчивость организма к действию холода и утомлению при максимальной мышечной работе. Мышечная тренировка приводит к нормализации этих функций и повышает сопротивляемость организма к факторам внешней среды (Г.В.Трефилов, 1972). Целью настоящего исследования было изучение морфологических изменений некоторых органов белых крыс при мышечной тренировке в условиях аллоксанового диабета.

Опыты проводили на 44 белых крысах. Диабет вызывали однократным введением под кожу водного раствора аллоксана в дозе 175 мг/кг. Мышечная тренировка заключалась в ежедневном 15-минутном плавании на протяжении 6-ти недель. Для гистологического исследования брали печень, почки, селезенку, сердце и большую берцовую мышцу. Органы взвешивали на торсионных весах и результаты обрабатывали вариационно-статистическим методом. После фиксации в 10% нейтральном формалине и заливки в парафин, срезы окрашивали гематоксилин-эозином, пикрофуксином по ван-Гизону и суданом III.

Результаты и их обсуждение

Мышечная тренировка ежедневным плаванием вызвала усиление кровонаполнения кровеносных сосудов всех исследованных органов. Вес сердца, печени и большой берцовой мышцы несколько увеличился, а вес почек и селезенки имел тенденцию к уменьшению по сравнению с контролем (табл. I). В сердце и большой

Таблица I

Изменение веса некоторых внутренних органов белых крыс
/ в г на 100 г веса тела /

Органы Группы	Печень	Почки	Селезенка	Сердце	Большая берцовая мышца
Контроль	40,0 \pm 1,10	7,9 \pm 0,24	4,9 \pm 0,25	4,5 \pm 0,10	1,9 \pm 0,09
Тренировка	41,0 \pm 0,80	7,5 \pm 0,30	3,8 \pm 0,10	4,9 \pm 0,13 ^x	2,2 \pm 0,06
Диабет	43,7 \pm 1,30 ^x	8,6 \pm 0,14 ^x	4,2 \pm 0,10 ^x	1,9 \pm 0,10 ^x	1,9 \pm 0,08
Диабет - тренировка	40,3 \pm 0,21 ^x	8,1 \pm 0,50	3,9 \pm 0,19 ^x	4,9 \pm 0,11 ^x	2,2 \pm 0,07

Примечание: ^x - различие по сравнению с контролем достоверно
/ $P < 0,05$ /

берцовой мышце встречались гипертрофированные мышечные волокна, иногда мелкие очаговые скопления лимфоидных клеток.

При введении аллоксана и развитии диабета наблюдалось увеличение веса печени и особенно почек. Вес сердца и селезенки снижался, а весовые показатели большой берцовой мышцы соответствовали контролю. В печени развивалась мелкокапельная жировая инфильтрация, переходящая местами в жировую дистрофию. Кровеносные сосуды переполнены кровью, встречались очаги диапедеза и скопления эритроцитов в паренхиме органа. Перикапиллярные пространства Диссе расширены. В отдельных участках органа гепатоциты претерпевали некробиотические изменения. Ядра бледные, иногда неразличимые, цитоплазма мутная или мелкозернистая. В ряде случаев ядра печеночных клеток гиперхромные, их структуры не различаются, цитоплазма сильно вакуолизированная. Отмечаются очаги некроза гепатоцитов. В почках наблюдается гиперемия и скопления эритроцитов в стро-ме органа. Цитоплазма мочевых канальцев представляется набухшей и содержит разной величины вакуоли. В полости некоторых канальцев находятся слущенные эпителиальные клетки и цилиндры. В отдельных мочевых канальцах эпителий подвергается некрозу. В клубочках сосудистые петли лежат плотно, в просвете капсулы содержится эозинофильная жидкость. В ряде случаев капиллярные петли клубочков распадаются на отдельные фрагменты и представлены скоплением дегенерированных клеток. Устанавливались очаги некроза и некробиоза клеток стромы органа. В сердце межуточная ткань отекает и инфильтрирована лимфоидными элементами. Встречаются очаги скопления отечной жидкости, которая раздвигает и разрыхляет мышечные пучки.

Развивается гиперемия органа, местами — очаговые кровоизлияния в сердечную мышцу. Отдельные мышечные волокна теряют продольную и поперечную исчерченность. Несколько схожие изменения наблюдались и в большой берцовой мышце, однако выраженные в меньшей степени. В селезенке ткань диффузно пропитана эритроцитами, рисунок органа местами сглажен, встречаются очаги некроза пульпы и некоторых фолликулов.

Таким образом, при развитии аллоксанового диабета в изученных органах происходят существенные дистрофические и некробиотические изменения.

При тренировке мышечными нагрузками в условиях аллоксанового диабета наблюдается увеличение веса сердца и большой берцовой мышцы, вес печени и почек приближается к контролю,

а вес селезенки проявил тенденцию к снижению и приблизился к весу органа при мышечной тренировке. Гистологические исследования выявили усиленное кровонаполнение сердечной мышцы и большой берцовой мышцы. В сердце развивается небольшой отек, очагов кровоизлияний не обнаружено. Мышечные волокна сохраняют продольную и поперечную исчерченность, некоторые из них гипертрофированные. В печени зарегистрирована мелко-капельная жировая инфильтрация, встречаются очаги регенерации печеночных клеток. Селезенка богата кровью, местами ее рисунок стерт, фолликулы в основном сохранены, некоторые из них увеличены в размерах.

Проведенные исследования дают возможность предположить, что мышечные нагрузки в условиях аллоксанового диабета дают определенный положительный эффект. Вес внутренних органов приближается к показателям контроля или к весу органов при тренировке. Патологические изменения в этом случае выражены значительно меньше.

В ы в о д ы

1. Развитие аллоксанового диабета сопровождается изменением веса печени, почек, селезенки, сердца и большой берцовой мышцы и приводит к существенным дистрофическим и некробиотическим изменениям этих органов.

2. При мышечных нагрузках в условиях аллоксанового диабета вес внутренних органов приближается к показателям контроля или к весу органов при тренировке, патологические изменения органов выражены значительно меньше, чем при диабете.

Л и т е р а т у р а

1. Трефилов Г.В., В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления к мышечной деятельности, III, Тарту, 199, 1972

ПЛАНИРОВАНИЕ ТРЕНИРОВКИ ЖЕНЩИН-ПЛОВЦОВ

Д.А.Короп

Кафедра плавания /зав.А.И.Кудряшов/ Киевского государственного института физической культуры и лаборатория эндокринологии /зав.Н.В.Свешникова/ Института геронтологии АМН СССР

Изучение возрастных и половых особенностей в связи с занятиями физической культурой и спортом является одной из актуальных и неотложных проблем, что связано с биологической особенностью женского организма, с наличием овариально-менструального цикла /ОМЦ/ и тесной зависимостью между ним и периодическими функциональными изменениями в ряде органов и систем. Однако, и по настоящее время вопросы о влиянии различных фаз ОМЦ на спортивную работоспособность и воздействия физических упражнений на течение ОМЦ остаются неразрешенными.

На основе научных собственных исследований и анализа тренировки женских сборных команд СССР и УССР по плаванию излагаются вопросы допустимых физических нагрузок различных по величине и по преимущественной направленности при тренировке пловцов-женщин в дни, непосредственно предшествующие и последующие за днями менструации, показана зависимость между физическими нагрузками, работоспособностью и течением ОМЦ.

В заключении на основании полученных данных автор предлагает построение специфического малого цикла тренировки женщин-пловцов, что внесит новое в теорию и практику физической культуры и спорта.

В последние два десятилетия изучение возрастных и половых особенностей в связи с занятиями физической культурой и спортом является одной из актуальных и неотложных проблем. Это связано с биологической особенностью женского организма, с наличием овариально-менструального цикла /ОМЦ/ и тесной зависимостью между ним и периодическими функциональными изменениями в ряде органов и систем.

Изучение этих вопросов ведется в основном в трех направлениях: 1/ физиологические функции в организме женщины и их связь с ОМЦ; 2/ влияние различных фаз ОМЦ на спортивную работоспособность; 3/ воздействие физических упражнений различного характера и различной интенсивности на течение ОМЦ.

Несмотря на большой интерес к женскому спорту, эти вопросы и по сей день остаются неразрешенными, а полученные данные весьма разноречивы, что очевидно связано, с одной стороны, с недостаточным количеством исследований в этой области, а с другой, с тем, что авторами не всегда учитывалась специфика вида спорта.

Вот почему, целью настоящей работы явилось изучение работоспособности женщин-пловцов в различные фазы ОМЦ и разработка рекомендаций к построению их тренировочного процесса.

М е т о д и к а

Под нашим наблюдением находилось 90 спортсменок высшего класса в возрасте: 13 лет - 2 чел., 14 - 5 чел., 15 - 4 чел., 16 - 16 чел., 17 - 13 чел., 18 - 22 чел., 19 - 23 чел., 20 - 1 чел., 21 - 2 чел., 22 - 1 чел., 23 - 1 чел. Из них, заслуженных мастеров спорта - 1, мастеров спорта международного класса - 14, мастеров спорта - 33, кандидатов в мастера спорта - 29 и спортсменок первого разряда - 13.

Работа проводилась на кафедре плавания и санчасти КГФИК, а также на базе Украинского республиканского врачебно-физкультурного диспансера.

Все обследуемые были разделены на 2 группы. В I-ю группу вошли 24 спортсменки, детально обследованные нами на протяжении 2-х полных овариально-менструальных циклов.

Вторую группу составили 66 спортсменок, подвергнутых обследованию методом анкетного опроса.

В I-й группе выполнено 82 полных цикла наблюдений, с суммарным количеством дней 902. Всего получено 8820 данных различных проб. Основной целью этих исследований было определение работоспособности спортсменок в различные фазы ОМЦ. Реакции на нагрузку /работоспособность/ определялась при помощи специальной функциональной пробы /1/, динамометрии тяги при гребках, хронометрирования длительности заданных статических напряжений, латентного времени напряжения /ЛВН/ и латентного времени расслабления /ЛВР/ мышц, максимально возможной частоты произвольных мышечных напряжений в единицу времени, хронометрирования упражнений-тестов. В качестве вспомогательного метода применялось пальпаторное определение частоты сокращений сердца и длительности возвращения этой частоты к норме.

В настоящее время спортивная тренировка планируется как циклический процесс, состоящий из больших, средних и

малых циклов. Общие принципы построения этих циклов изучались многими исследователями. Разработан ряд рекомендаций по планированию малых циклов тренировки, которые используются при планировании подготовки как мужчин, так и женщин. Однако, такие универсальные схемы построения малого цикла при тренировке женщин представляется возможным использовать только в периоде между менструациями. В то же время, протекание последних значительно изменяет функциональное состояние организма спортсменок, которое необходимо учитывать при построении тренировочного процесса. Отсюда возникает необходимость планирования тренировки женщин по системе, основанной на применении своеобразных средних циклов, построенных с учетом фаз ОМЦ.

Такой средний цикл должен включать в себя несколько /2-4/ "нормальных" малых цикла и один "специфический" малый цикл, охватывающий период менструации и по одному-два дня до и после этого периода.

Известно, что между скелетной мускулатурой нижних конечностей, мышцами брюшного пресса, тазового дна, внутрибрюшной мускулатурой и связочным аппаратом половой сферы имеется тесная морфологическая и функциональная связь. Естественно, что в этих условиях физические упражнения могут оказывать прямое или опосредственное влияние на половую сферу женщины. Особенно это неблагоприятно в менструальную и постменструальную фазы ОМЦ.

На основании вышеизложенного и принимая во внимание то, что плавание с большой скоростью в полной координации или с работой одними ногами дает максимальную нагрузку на сердечно-сосудистую и дыхательную системы /2, 3/ и в вышеназванные фазы ОМЦ может вызвать ряд нежелательных явлений в течении ОМЦ /нарушение регулярности, аменорея, гипоменорея и др./, мы решили провести наблюдение восстановительного периода после выполнения упражнений в плавании с работой одними руками с целью определения оптимальных величин нагрузок в различные фазы ОМЦ.

Наше исследование состояло из двух экспериментов. В первом - применялось многократное проплывание дистанции 25 м /способом кроль с работой одними руками/ со скоростью, равной 90% той максимальной скорости, которую спортсменка могла развить в этот день при контрольном броске на 25 м. Повторение упражнения в плавании на 25 м продолжалось до тех пор, пока испытуемая могла выполнять задание с запланированной скоростью.

Во втором эксперименте применялось плавание на дистанцию 800 м. При этом спортсменка получала задание плыть равномерно, преодолевая каждые 25 м за заданное время. Это время устанавливалось путем умножения времени, показанного при проплывании 25-метрового отрезка с максимальной скоростью, на коэффициент 1,4.

Показатели реакций организма на нагрузки этими упражнениями фиксировались до и непосредственно после экспериментальной тренировки в межменструальном периоде, за один день до и в первый день после менструации, а также на протяжении трех последующих дней. В эти дни тренировочная нагрузка снижалась так, чтобы работа, выполняемая женщинами-пловцами, не искажала последствие уроков с большой нагрузкой.

Результаты исследования

В результате исследований получены данные, характеризующие возможности женщин-пловцов к выполнению упражнений различного характера в разные фазы ОМЦ и отражающие реакции организма на различные нагрузки в межменструальном периоде, а также за день до наступления и в первый день по окончании менструации.

Установлена статистически достоверная разница в возможностях испытуемых за день до и в первый день после месячных:

1. Наивысшие проявления скоростных возможностей /максимальная скорость плавания/ и количество повторений скоростных упражнений /объем работы/ наблюдаются в межменструальном периоде. За день до менструации скоростные возможности по сравнению с показателями межменструального периода понижены, однако объем выполняемой работы уменьшен от последнего всего на 20,5%. В первый день после месячных наблюдается обратная картина. Скоростные возможности существенно не отличаются от наблюдаемых в межменструальном периоде, в то время, как объем выполняемой работы значительно понижен - на 50,8%.

Характеризуя восстановительный период после значительных нагрузок скоростными упражнениями с работой одними руками по ряду изучаемых показателей /динамометрия, статическая выносливость, специальная функциональная проба и др./, следует отметить, что во всех фазах ОМЦ наблюдаются благоприятные реакции.

2. Наивысшие возможности к работе на выносливость наблюдаются в межменструальном периоде. Перед наступлением менструации констатируется некоторое уменьшение способности к выполнению упражнений на выносливость, а наихудшие показатели выносливости наблюдаются в первый день по окончании менструации.

По характеру и продолжительности процессов восстановления после нагрузок длительными упражнениями в плавании с работой одними руками/упражнения, требующие выносливости/ наименьшая продолжительность восстановительного процесса отмечается в межменструальном периоде. За день до наступления месячных течение восстановительного

периода несколько замедляется и наименее благоприятные показатели наблюдаются в первый день по окончании менструации.

Для определения оптимальной системы построения специального малого цикла тренировки исследовалось влияние последствий различных нагрузок в разные периоды ОМЦ. Эти исследования показали, что длительность такого цикла у различных женщин должна быть различной /в зависимости от индивидуальных особенностей протекания ОМЦ/.

Обсуждение результатов

Таким образом, работоспособность женщин-пловцов в различные фазы ОМЦ различна и зависит от протекания цикла, его регулярности и четкости. Вот почему вопрос о том, как влияют физические нагрузки на менструальную функцию, является обязательным, требующим разрешения для построения тренировочного процесса. В литературе, освещающей влияние спортивной деятельности на ОМЦ приводится ряд важных фактов и наблюдений. При участии женщин в соревнованиях в период протекания менструации наблюдалась тенденция к нарушению регулярности ОМЦ /4, 5, 6, 7/. Эрдели /8/ указывает на то, что в тех видах спорта, где выполняется особенно большая физическая нагрузка /гребля, лыжи/, нередко встречаются глубокие нарушения со стороны ОМЦ /аменоррея, гипоменоррея, дисменоррея и др./. При этом замечено, что у некоторых женщин-спортсменок в период более умеренной физической и психической нагрузок наблюдалась нормализация ОМЦ.

Интересный цикл работ представлен Н.В.Свешниковой, Ю.Т.Похоленчуком, В.В.Татюшиным /1968-1972/. Ими в клинике и эксперименте изучалось влияние физических нагрузок различной интенсивности на функциональное состояние яичников. Авторы пришли к заключению, что функция яичников подвергается существенным изменениям под влиянием физических нагрузок. При этом имеют значение как сила и длительность нагрузок, так и планирование тренировочного процесса. При правильном построении процесса спортивной тренировки, через определенный период времени у женщин

спортсменок образуется новый уровень гормональной регуляции яичников, который характеризуется повышением функции железы. В то же время, большие физические нагрузки, применяемые без учета фаз ОМЦ, приводят к значительным патологическим изменениям в яичниках /ановуляторным циклам/. Авторы считают, что стероидные гормоны яичников не могут не оказывать влияния на работоспособность организма уже потому, что являются анаболическими гормонами с основными точками приложения: нервная система – белковый обмен – мышцы. Вот почему работоспособность женщины нельзя рассматривать изолированно от функции женских гонад. А это, в свою очередь, заставляет искать связь между ОМЦ и фазностью его течения с построением тренировочного процесса.

Эти данные легли в основу второй части наших исследований.

Вторая группа спортсменок /66 чел./ обследовалась методом анкетного опроса. Целью этих исследований явилось изучение воздействия физических нагрузок в плавании на течение менструального цикла.

Из обследуемых, 52 спортсменки – члены сборных команд СССР и УССР, находившиеся на учебно-тренировочных сборах к первенствам Советского Союза и Европы 1970 г., и 14 пловчих, членов сборной страны во время пребывания их на учебно-тренировочном сборе к XX Олимпийским играм.

Анализ анкет-опросников показал следующее:

А. В первой подгруппе /52 чел./;

1. В период протекания менструации: тренируются – 2%, не тренируются – 98%; участвуют в соревнованиях – 94,3%, не участвуют – 5,7%.

2. Из числа участвующих в соревнованиях у 31,2% наблюдается увеличение количества дней протекания менструации. При этом 3 мастера спорта международного класса показали, что в последнее время после участия в соревнованиях в период протекания менструации, ОМЦ стал проходить нерегулярно, чего раньше не наблюдалось.

3. 66,6% пловчих предъявляли жалобы на боли внизу живота или в области поясницы после участия или при тренировке с большим объемом и интенсивностью применяемых упражнений в период протекания менструации.

Б. Во второй подгруппе /14 чел./:

1. Все женщины тренируются и принимают участие в соревнованиях в период протекания менструации.

2. 78,6% женщин-пловцов показали, что интенсивная тренировка и участие в соревнованиях в период протекания менструации ведет к нерегулярности ОМЦ и к увеличению дней протекания менструации.

3. В составе сборной страны по плаванию 1972 г. осталось лишь 5 человек, входивших в сборную команду СССР в 1970 г. Из них у 4-х пловцов наблюдаются нарушения в протекании ОМЦ, в то время как в 1970 г. таковых у них не отмечалось.

Таким образом, данные анкетного опроса пловчих показали зависимость между физическими нагрузками, работоспособностью и течением ОМЦ.

Эти данные необходимо строго контролировать как врачам, так и педагогам-тренерам и важно учитывать при построении тренировочного процесса.

Л и т е р а т у р а

1. Вржесневский В.В., В кн.: "На голубых дорожках". М., ФизС, 1966.
2. Вржесневский И.В., Кудряшов А.И., В сб.: Материалы XII научной конференции КТИФК. Киев, 1960.
3. Гордон С.М., Абсалямов Т.М., В сб.: Материалы научно-методической конференции по плаванию ГЦОЛИФК. М., 1964.
4. Микеладзе Ш.Я., Сборник трудов под ред. Г.М. Краковяк. М.-Л., ФизС, 5, 1950.
5. Захариева, В сб.: Проблемы на масовата физкультура и спортного майсторство. София, 1960.
6. Старцева Л.Н., В кн.: Спортивная медицина, под ред. Г.М. Куколевского, изд. 2-е, М., 1961.
7. Rougier, Linquette, Presse Médicale, 70, 42, 1962.
8. Erdelyi, Sports Med., 2, 3, 1962.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. У, Тарту 1974.

ДИНАМИКА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ РНК В КЛЕТКАХ
СПЕРМАТОГЕННОГО ЭПИТЕЛИЯ РАСТУЩИХ КРОЛИКОВ
ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

К.П.Рябов и Н.Н.Францкевич

Кафедра анатомии и физиологии /зав. И.А.Гапеев/ Минского
пединститута и ЦНИЛ /зав. А.С.Захаревский/ Минского мед-
института

Поставлены опыты на 97 кроликах-самцах 3-х возрастных групп /юные, пубертатного периода и взрослые/ с ежедневным разовым прогоном в третбане в течение 6, 7, 5 и 9 минут соответственно возрасту. Сроки опыта: 2, 4 и 6 недель. Применены методы цитохимии, цитоспектрофотометрии и вариационной статистики. Выявлены дифференциальные по возрасту изменения цитоплазматической РНК в клетках сперматогенного эпителия, которые свидетельствуют о некотором снижении его функциональной активности у кроликов пубертатного периода и взрослых и относительного большей его устойчивости у юных животных.

Данные литературы свидетельствуют о том, что существует взаимосвязь между половыми железами и мышечной системой /1, 13/.

Вопрос о содержании НК вообще и РНК, в частности, в мужских половых железах млекопитающих получил известное освещение: в онтогенезе /5, 8, 17, 16/ и сперматогенезе /10, 2, 19, 15, 18/.

Изменение же РНК в клетках сперматогенного эпителия при мышечной деятельности мало освещено в литературе. Н.Н. Кудрявицкой /1970/ проведено исследование на кроликах разного возраста при физиологической физической нагрузке и установлена определённая динамика РНК в указанных клетках /7, 12/. Вопрос об изменении РНК при физической нагрузке большей интенсивности остаётся открытым.

М е т о д и к а

Эксперимент поставлен в осенне-зимний период на 97 кроликах-самцах породы шиншилла. Для опыта использованы животные трёх возрастных групп: юные /возраст 1,5-2 мес./, пубертатного периода /2,5-3 мес./ и взрослые /5 мес. и старше/. Повышенную /субмаксимальную/ физическую нагрузку животные получали путём ежедневного разового прогона в третбане

конструкции К.П.Рябова по разработанной им методике /II, I2/. Время разового прогона зависело от возраста животных и составляло для юных кроликов 6 мин., для животных пубертатного периода — 7,5 мин. и для взрослых — 9 мин. Продолжительность тренировочного периода: 2, 4 и 6 недель. Контрольных и подопытных кроликов содержали в клетках, ограничивающих движения, подвергали ежедневному осмотру и взвешиванию. Животные получали рацион, установленный по нормам кормления. В установленные сроки опыта кроликов умерщвляли воздушной эмболией. Кусочки семенников фиксировали в охлажденной жидкости Карнуа и заливали в парафин, причём материал от подопытных и соответствующих им контрольных животных помещали в один блок. Срезы толщиной 5 мк окрашивали по Бреше; контрольные срезы обрабатывали рибонуклеазой слюны. Исследовали клетки сперматогенного эпителия. Количественную оценку цитоплазматической РНК производили визуально и путём цитоспектрофотометрии. При этом в каждом срезе снимали показатели в 100 клетках /по 50/ I-й /внешней/ и II-й /внутренней/ зон извитых канальцев в микропрепаратах, включающих материал от контрольного и подопытного животного /табл. I, 2 и 3/. В I /наружной/ зоне располагались сперматогонии и молодые сперматоциты, во II /внутренней/ — сперматиды, а также сперматоциты на более поздних стадиях мейотического деления.

Результаты исследования

Визуальным исследованием установлено, что распределение цитоплазматической РНК в клетках семенных канальцев у кроликов разного возраста неравномерное и связано со степенью дифференцировки клеток сперматогенного эпителия. В менее дифференцированных клетках в целом концентрация РНК большая, а по мере созревания клеток она становится меньше. Наиболее богаты рибонуклеиновой кислотой сперматогонии и сперматоциты, значительно меньшая концентрация РНК в цитоплазме сперматид. В условиях поставленного эксперимента характер послойного распределения РНК в клетках эпителия семенных канальцев сохраняется.

По данным цитофотометрии, концентрация цитоплазматической РНК в клетках I зоны канальца была значительно выше, чем в клетках II зоны. Такая закономерность распределения цитоплазматической РНК в семенных канальцах одинаково высоко достоверна, как в контроле, так и в опыте /Р 0,001/.

У юных кроликов, получавших повышенную физическую нагрузку, концентрация РНК в цитоплазме клеток сперматогенного эпителия была выше, чем у контрольных: по I зоне, в основном во все сроки опыта, а по II зоне — через 2 и 4 недели тренировки /Р 0,05/. К концу эксперимента / 6 недель/ во II зоне

концентрация цитоплазматической РНК не отличалась от наблюдаемой у контрольных животных/рис.1/.

У кроликов пубертатного периода в начальный срок опыта /2 недели/ отмечено снижение концентрации цитоплазматической РНК в клетках I и II зон /Р 0,05/. В средний и поздний сроки опыта изменений отмеченного показателя в сравнении с контролем не выявлено.

У взрослых подопытных кроликов в начальный срок эксперимента концентрация цитоплазматической РНК была несколько выше, чем у контрольных /по I зоне Р 0,05; по II зоне Р 0,05/. Через 4 недели различий не наблюдали. В поздний срок опыта отмечена тенденция к снижению концентрации цитоплазматической РНК у подопытных животных по сравнению с контрольными.

О б с у ж д е н и е р е з у л ь т а т о в

Полученные нами данные об изменении концентрации цитоплазматической РНК в клетках сперматогенного эпителия при физиологической нагрузке являются оправданными. В частности, нас заинтересовал вопрос, изменяется ли концентрация цитоплазматической РНК при повышенной физической нагрузке. Применение метода цитофотометрии позволяет избежать субъективной оценки результатов экспериментального воздействия.

Известно, что повышение концентрации РНК в цитоплазме клеток сперматогенного эпителия и в органе в целом рассматривается как признак активизации обменных процессов/3,14,19,17,16,18/. Снижение концентрации РНК в условиях эксперимента свидетельствует о подавлении морфофункциональной активности органа /9,6,4/. Основываясь на приведённых данных, следует полагать, что повышенная физическая нагрузка при длительном воздействии вызывает в сперматогенном эпителии у кроликов пубертатного периода и взрослых некоторое снижение функциональной активности. Юные животные к тому же фактору проявили относительно большую устойчивость.

Л и т е р а т у р а

1. Бальмагия Т.А., К оценке значения степени развития скелетной мускулатуры для пубертатного роста и преобразования сердечно-сосудистой системы. Автореф. канд.дисс., М., 1971.
2. Бороздин Э.К., Архив анат., гистол. эмбриол., 5,33,1964.
3. Бродский В.Я., Трофика клетки, М., 1966.

4. Данилова Р.И., Святкина Н.А., Максумова М.У., В кн.: Материалы научно-практических конференций республиканского общества патологоанатомов Узбекистана, 174, Ташкент, 1969.
5. Езданян Б.А., Изд. АН Армянск.ССР. Биол. и с/х науки, 7, 3, 73, 1954.
6. Езданян Б.А., В кн.: Труды I Моск. мед.ин-та, 2, 230, 1957.
7. Кудрявицкая Н.Н., Цитология и генетика АН УССР, 4, 3, 208, 1970.
8. Домсадсе О.И., В кн.: Труды Тбил. мед.ин-та, 22, 369, 1965.
9. Мирахмедов А.К., Узбек. биол.журнал, 4, 55, 1963.
10. Сурикова К.К., Докл.АН СССР, 112, 4, 756, 1957.
11. Рябов К.П., Здравсохранение Белоруссии, 6, 83, 1967.
12. Рябов К.П., Структура и функции ведущих систем растущего организма при физической нагрузке. Минск, 1972.
13. Русия В.Я., В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, II, Тарту, 51, 1971.
14. Федотов И.А., Влияние некоторых экстремальных факторов на гистофункциональное состояние семенников белых крыс. Автореф. канд.дисс., М., 1971.
15. Daust R., Clermont Y., Amer.J.Anat., 96, 23, 255, 1955.
16. Quarto Di Palo F.M., Mombelli L.E., Gastaldi L., Gerontologia, 60, 4, 161, 1964.
17. Mietkiewski K., Walezak M., Cymerys L., Ruski T., Folia morphol., 14, 3, 209, 1963.
18. Moneski V., Exper.Cell.Res., 39, 1, 197, 1965.
19. Wislocky G.B., Endocrinology, 64, 167, 1949.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности . V. Тарту. 1974

НЕКОТОРЫЕ ЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЖЕЛУДОЧНОЙ СЕКРЕЦИИ У ЖЕНЩИН-СПОРТСМЕНОВ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА

Л.В.Моиссева, А.А.Плешаков

Кафедра теоретических основ физвоспитания /зав.А.А.Плешаков/
Курганского гос.пед.инст.

У женщин-спортсменок функция секреторного аппарата желудка зависит от фазы менструального цикла. Во время менструации показатели секреторной функции желудка выше, чем в постменструальном периоде. Высокие показатели секреторной функции желудка во время менструации сочетаются с увеличением коэффициента Na в моче и слюне.

К

Согласно литературным данным, деятельность различных физиологических систем организма у женщин зависит от фазы менструального цикла. Обнаружено, (12) что частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое давление, электропроводность кожи ладони и подошвы, величина слюноотделения выше во время менструации, чем в лютеальную фазу. Относительно физической работоспособности есть данные (9), свидетельствующие, что максимум ее обнаруживается в лютеальную фазу. В период менструаций и в постменструальный период показатели работоспособности ниже.

Работ же, посвященных изучению особенностей секреторной функции желудка у женщин-спортсменок в различные фазы менструального цикла, в доступной нам литературе мы не обнаружили. Между тем знание этого вопроса представляет не только теоретический, но и практический интерес.

В связи с вышеуказанным в задачу нашего исследования входило изучение секреторной функции желудка у женщин в период менструации и в постменструальный период.

М е т о д и к а

Под нашим наблюдением находилось 13 спортсменок высокой квалификации в возрасте 18-22 лет.

Желудочная секреция изучалась методом Н.И.Лепорского в модификации А.М.Уголева (8). Определялся объем секрета, суммарная протеолитическая активность (ПРА) при исходном pH желудочного сока (6), ферментовыделительная и кислотообразующая функции желудка, а также содержание в желудочном соке натрия и калия (методом пламенной фотометрии).

Для суждения о механизмах регуляций желудочной секреции определялось содержание натрия и калия в моче и слюне и вы-

считывался коэффициент $\frac{Na}{K}$.

Все показатели определялись во второй день менструации и в постменструальном период (через 5 дней после менструации).

Результаты исследования

Исследование показало, что в период менструации (относительно постменструального периода) у спортсменок выше объем желудочной секреции, показатели кислотообразующей функции желудка и суммарная протеолитическая активность желудочного сока. Что касается валового количества гастрального пепсиногена, то оно находится на одинаковом уровне и в постменструальном периоде и во время менструации. Относительно содержания электролитов в желудочном соке получены следующие данные: не отмечено заметных различий в концентрации калия в зависимости от фазы менструального периода и обнаружены более низкие величины концентрации натрия во время менструации; в валовом количестве натрия различий не обнаружено, дебит-час калия выше во время менструации. Одновременно с различиями в секреторной функции желудка в зависимости от фазы менструального периода отмечены различия в величине коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне: во время менструации обнаружены более высокие различия коэффициента в обеих биологических жидкостях.

Следует отметить, что обнаруженные нами различия не во всех случаях достоверны. Так, например, не достоверны различия в объеме секрета, в дебите калия в пищеварительный период. В целом более выражены сдвиги в желудочной секреции и в коэффициентах в моче и слюне в связи с фазами менструального цикла в межпищеварительный период секреции.

Полученные нами данные отражены в таблице.

Обсуждение результатов

Наши данные свидетельствуют о том, что различия в секреторной функции желудка у спортсменок во время менструации и в постменструальный период сочетаются с различиями в величине коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне: более высоким величинам коэффициента $\frac{Na}{K}$ во время менструации соответствует увеличение показателей секреторной функции желудка.

Как известно из литературных данных/4/, а также из материалов наших предыдущих исследований/3/ между величиной коэф-

Показатели секреторной функции желудка и величины коэффициентов
в моче и слюне у спортсменок во время менструации и в постменстру-
альном периоде (M + m)

Показатели секреторной функции желудка								N _м /K	N _с /K
Условия исследования	Объем секрета	НСI (в мл)	НСII (в титр.)	Дебит-час (в мг)	Суммарная ПРАпепсиногена (в мг)	Дебит-час (в мг)	Дебит-час (в мэкв)	Дебит-час K (в час K)	
n	(в мл)	(в титр.)		(в мг)	на (в мг)	мэКВ)	(в мэкв)	(моча)	(слюна)
Пост-менструальный IЗ период	57 \pm 6	21 \pm 4	54 \pm 10	5,2 \pm 0,6	23,4 \pm 0,25	3,76 \pm 0,50	0,94 \pm 0,1	2;57 \pm 0,28	0,53 \pm 0,06
Во время менструации IЗ	69 \pm 7	43 \pm 8	108 \pm 8	9,6 \pm 1,1	30,5 \pm 0,33	3,67 \pm 0,51	1,19 \pm 0,08	2,90 \pm 0,31	0,37 \pm 0,06
Во время менструации IЗ	73 \pm 8	37 \pm 6	95 \pm 12	9,6 \pm 1,1	23,3 \pm 0,24	4,31 \pm 0,48	1,32 \pm 0,13	3,6 \pm 0,34	0,81 \pm 0,09
Во время менструации IЗ	70 \pm 7	57 \pm 6	131 \pm 6	12,3 \pm 1,4	28,9 \pm 0,31	3,20 \pm 0,53	1,21 \pm 0,14	3,95 \pm 0,40	0,59 \pm 0,06

Примечание: в числителе - данные в межпищеварительный, в знаменателе - в пищеварительный период секреции.

коэффициента $\frac{Na}{K}$ в моче и слюне и кислотообразующей функцией желудка имеется прямая связь. В связи с этим становится понятным, что увеличение коэффициента $\frac{Na}{K}$ в указанных биологических жидкостях способствует повышению валового производства HCl как за счет увеличения ее концентрации, так и за счет увеличения объема секрета. Изменения в кислотообразующей функции желудка в свою очередь отражаются на величине суммарной протеолитической активности желудочного сока, поскольку между кислотообразующей функцией желудка и активностью протеолитических ферментов имеется прямая связь, а также на содержании в нем электролитов, поскольку между концентрацией HCl и Na существует отрицательная связь /1,2/, а между валовым количеством HCl и K — прямая /7/.

Работами ряда исследователей /5,10,11/ установлено, что между коэффициентом $\frac{Na}{K}$ в различных биологических жидкостях, моче, слюне, поте и минералокортикоидной активностью коры надпочечников существует обратная связь, в связи с чем определение коэффициента широко используют как косвенный тест для суждения о функциональной активности клубочковой зоны коры надпочечников. Исследованиями О.С.Радбиля, С.Г.Вайнштейна/4/ установлено, что высокие величины коэффициента $\frac{Na}{K}$ в слюне не обнаруживаются у больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, желудка, в связи с чем авторы предполагают, что одной из причин язвенной болезни является снижение функции клубочковой зоны коры надпочечников.

Материалы наших предыдущих исследований/3/, а также настоящего исследования свидетельствуют о том, что не только гипофункция клубочковой зоны надпочечников, но и физиологические колебания минералокортикоидной активности отражаются на деятельности секреторного аппарата, желудка, именно физиологическими колебаниями в секреции минералокортикоидов в значительной степени объясняются различия в секреторной функции желудка в различные фазы менструального цикла. В связи с вышеуказанным при определении функционального состояния секреторного аппарата желудка в условиях клиники у женщин, и у спортсменок, в частности, необходимо учитывать фазу менструального цикла.

Л и т е р а т у р а

1. Вайнштейн С.Г., Тер.арх. 8, 56, 1965.
2. Новикова М.Н., Выделение электролитов желудком, почками и содержание их в сыворотке крови при различном функциональном состоянии желудочных желез. Автореф. канд. дисс., Киев, 1971.
3. Плешаков А.А., Ионов В.Г., Юдина С.Н., Медведьев В.А., Кузнецов А.П., Меньшиков А.П., Отнев А.П. В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. 151, Тарту, 1972.
4. Радбиль О.С., Вайнштейн С.Г. Кора надпочечников и язвенная болезнь. Казань, 1967.
5. Росс Е.Д., Альдостерон в клинической и экспериментальной медицине. Л., 1962.
6. Сабсай Б.И., Лабор. дело, 10, 602, 1966.
7. Сибиркин Н.В., Киреева О.В. Тер.арх. 44, 8, 1969.
8. Уголев А.М., Незуйтова Н.Н., Масевич Н.Г., Надинова И.Я., Тимофеева Н.М. Исследования пищеварительного аппарата у человека, Л., 1969.
9. Burkhard K., Lamers N., Onichimowska D., Poniatowska T. Wych.fiz.sport, 14, 3, 65, 1970.
10. Dubach U.C., Membrez F., Gastroenterology 44, 607, 1963.
11. Martin I.A., Annales biol. clin. 6, 546, 1958.
12. Wineman E.W., Psychophysiology, 8, 1, 1971.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ И ИЗМЕ-
НЕНИЯ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КРЫС,
РАЗВИВАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНЫХ НАГРУ-
ЗОК И ГИПОДИНАМИИ

Л.А. Сырык и Т.Г. Савкив

Лаборатория возрастной физиологии и патологии
Института нормальной и патологической физиологии
АМН СССР

Изучались изменения состояния надпочечников, тимуса и щитовидной железы у крыс, развивающихся в условиях действия мышечных нагрузок и в условиях гиподинамии в течение 6 месяцев, начиная с I месячного возраста. Полученные данные показывают, что изменение весовых характеристик эндокринных желез в процессе роста организма находится в прямой зависимости от особенностей развития скелетной мускулатуры.

В специальных исследованиях, выполненных в лаборатории, было установлено, что если для стенобионтных млекопитающих /крысы, кролики/ создаются те или иные специальные условия развития, то при этом можно наблюдать различные формы преобразования физиологических отклонений. В одних случаях, в особенности в условиях действия скелетно-мышечных нагрузок, имеет место такое преобразование физиологических отклонений, при которых исследованные животные приближаются в большей или меньшей степени к эврибионтным организмам. В других случаях /гиподинамии/, напротив, можно наблюдать увеличение степени стенобионтности /И.А. Аршавский, В.Д. Рованова и др./. При этом было обнаружено, что устанавливающаяся нервно-гуморальная регуляция и деятельность различных систем и органов неоднозначны в зависимости от режима двигательной активности, в условиях которого развивается организм. В настоящей работе была поставлена задача исследования особенностей развития эндокринных желез и изменений некоторых биохимических показателей у крыс, развивающихся в условиях скелетно-мышечных нагрузок и в условиях гиподинамии.

М е т о д и к а

В наших опытах изучались изменения состояния надпочечников, тимуса и щитовидной железы у крыс, развивающихся в условиях действия скелетно-мышечных нагрузок и в условиях гиподинамии. При этом развитие в условиях гиподинамии в одной серии опытов происходило при температуре среды, равной 20-23°, а в другой серии - при температуре среды, соответствующей термоиндифферентной зоне равной 32-34°. О состоянии щитовидной железы судили по ее весу, потреблению кислорода, о надпочечниках - по весу желез и содержанию гликогена в печени и мышцах, о тимусе по весу железы и содержанию нуклеиновых кислот в мышцах.

Исследование выполнено на 80 белых беспородных крысах /50 самцов и 30 самок/ с исходным весом 45-50 грамм, т.е. начиная с 1 мес. возраста. Использовались 2 формы скелетно-мышечных нагрузок: плавание в воде при температуре 22-23° /от 5 до 90 мин./ и бег на тредбане со скоростью 13,2 м в минуту. Длительность бега с возрастом увеличивалась от 10 минут до 90 минут. Нагрузки осуществлялись через день в течение 6 месяцев. Гиподинамия /исследования только на самцах/ осуществлялась в камерах одиночках, ограничивающих возможности передвижения по клетке. Контрольные крысы находились в обычных условиях содержания, в каждой клетке по 5 животных, при температуре 20-23°C. Гликоген определялся антроновым методом. Потребление O₂ проводилось камерным методом по Калабухову в модификации Града. Нуклеиновые кислоты определялись по методу Шмидта и Танхаузера.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я и и х о б с у ж д е н и е

В таблице приведены данные, характеризующие состояние надпочечников, щитовидной железы и тимуса у крыс разного пола, которые развивались в условиях повышенной или сниженной скелетно-мышечной нагрузки по сравнению с контрольными. Прежде всего следует отметить, что вес "мышечных" существенно выше, а "гиподинамичных" ниже, чем у контрольных. Это достигается в основном за счет повышения абсолютной и относительной величин общей мышечной массы у первых и за счет снижения ее у вторых. Особенно резкие изменения обнаружены у крыс, развивавшихся в условиях тепловой гиподинамии.

У самцов щитовидная железа почти в два раза больше, чем у самок. Это соотношение сохраняется и у подопытных животных. Абсолютный вес щитовидной железы у подопытных крыс выше, а относительный ниже, чем у контрольных, за исключением крыс, развивавшихся в условиях обычной гиподинамии, у которых относительный вес щитовидной железы выше,

ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНТРОЛЬНЫХ И ПОДОПЫТНЫХ КРЫС В ВОЗРАСТЕ 7 МЕСЯЦЕВ^X

	Контрольные	Бег	Плавание	Гиподинамия
Вес тела	445,8\pm6,5	526,0\pm8,9	492,5\pm9,7	424,5\pm7,1
	276,8 \pm 10,7	318,2 \pm 7,6	297,5 \pm 7,1	360,0 \pm 6,9
Мышечная масса в г	186,3 \pm 3,2	233,7 \pm 5,3	213,8 \pm 3,8	164,1 \pm 3,27
	110,9 \pm 1,2	139,4 \pm 4,6	129,1 \pm 3,8	150,4 \pm 5,11
Щитовидная в мг	25,5 \pm 1,9	30,5 \pm 2,0	27,3 \pm 2,0	29,8 \pm 1,2
	13,7 \pm 0,9	16,6 \pm 1,1	15,6 \pm 1,1	19,8 \pm 1,2
в % к весу	0,0058 \pm 0,0001	0,0053 \pm 0,0001	0,0054 \pm 0,0001	0,0070 \pm 0,0002
	0,0061 \pm 0,0001	0,0047 \pm 0,0001	0,0050 \pm 0,0003	0,0056 \pm 0,0001
Потребление O ₂	21,76 \pm 0,43	17,23 \pm 0,04	18,65 \pm 0,08	25,29 \pm 0,82
	29,06 \pm 0,39	21,25 \pm 0,05	24,53 \pm 0,53	21,47 \pm 0,74
Надпочечники	44,5 \pm 2,4	56,6 \pm 2,5	59,0 \pm 3,3	41,5 \pm 2,4
	56,3 \pm 1,1	71,7 \pm 3,4	77,3 \pm 12,6	41,5 \pm 2,3
^X - В числителе контрольных, бег, плавание-самцы, а в знаменателе-самки. У гиподинамии - мши в числителе обычная гиподинамия, в знаменателе теплолая.				
в % к весу	0,0093 \pm 0,0001	0,0107 \pm 0,0002	0,0112 \pm 0,0003	0,0107 \pm 0,0001
	0,0212 \pm 0,0001	0,0225 \pm 0,0013	0,0261 \pm 0,0014	0,0116 \pm 0,0001
Гликоген в мг в печени и в мышцах (суммарный)	2380,1 \pm 86,0	4046,7 \pm 217,2	2829,9 \pm 114,0	1824,2 \pm 75,6
	1073,0 \pm 77,6	2006,0 \pm 70,9	1752,6 \pm 61,9	1117,0 \pm 79,0
Гликоген в мг в печени	595,4 \pm 115,1	8324,4 \pm 243,0	6639,5 \pm 158,7	4555,9 \pm 314,3
	4022,1 \pm 15,1	7079,4 \pm 695,2	5561,2 \pm 543,1	2468,7 \pm 274,9
Гликоген в мг в мышцах	803,7 \pm 20,6	1097,1 \pm 30,3	974,9 \pm 12,4	721,0 \pm 19,3
	645,9 \pm 23,2	940,6 \pm 44,2	920,0 \pm 83,4	543,6 \pm 38,8
Темус в мг	308,0 \pm 48,9	442,0 \pm 29,3	49,2 \pm 29,3	484,0 \pm 13,8
	392,8 \pm 32,0	445,7 \pm 68,4	402,8 \pm 25,1	277,1 \pm 59,7
в % к весу	0,030 \pm 0,0018	0,0748 \pm 0,0021	0,0936 \pm 0,0061	0,1076 \pm 0,0043
	0,1661 \pm 0,0030	0,1160 \pm 0,0070	0,1397 \pm 0,0030	0,0820 \pm 0,0062
РНК в мкг (в/ч) в мышце	407,4 \pm 13,6	597,4 \pm 22,9	516,6 \pm 10,7	337,1 \pm 14,7
	219,4 \pm 13,6	294,0 \pm 13,4	275,4 \pm 11,7	225,7 \pm 6,9
ДНК в мкг (в/ч) в мышце	1381,1 \pm 37,1	1480,4 \pm 45,8	1434,5 \pm 54,3	1428,6 \pm 78,1
	1242,8 \pm 86,0	1741,3 \pm 69,1	1717,2 \pm 114,9	1430,7 \pm 36,4
ДНК в мг	262,0 \pm 4,2	343,8 \pm 18,6	305,3 \pm 12,9	230,3 \pm 15,8
	138,5 \pm 11,3	244,0 \pm 11,5	220,6 \pm 15,4	215,0 \pm 7,5

чем у контрольных. У "мышечных" крыс сниженный относительный вес щитовидной железы сочетается с более низким потреблением кислорода, как у самок, так и у самцов. Более высокое потребление кислорода у крыс, развивающихся в условиях обычной температуры среды обусловлено более высокой терморегуляционной нагрузкой на скелетную мускулатуру, по сравнению с таковой у контрольных. Как показано в исследованиях, выполненных в лаборатории, электромиографическая активность у них выражена более интенсивно, чем у контрольных. У крыс, развивающихся в условиях температуры среды, соответствующей термоиндифферентной зоне, терморегуляционная нагрузка на скелетную мускулатуру полностью снимается. Развитие в условиях обычной гиподинамии вызывает увеличение относительного веса щитовидной железы и потребления O_2 . Крысы, развивающиеся в условиях "тепловой" гиподинамии, имеют низкое потребление кислорода и меньший относительный вес щитовидной железы, чем контрольные крысы. Итак, между относительными величинами щитовидной железы и потреблением кислорода имеет место прямая корреляция как у контрольных, так и у подопытных животных.

Абсолютная и относительная величины надпочечников у самцов значительно ниже, а суммарное содержание гликогена выше, чем у самок. Скелетно-мышечные нагрузки обусловили увеличение общего содержания гликогена и абсолютного и относительного веса надпочечников. Гипертрофия надпочечников при высоком содержании гликогена свидетельствует о том, что они находятся в стадии резистентности. У подопытных гиподинамизированных крыс гипертрофия надпочечника сочетается с задержкой привеса тела и с резким снижением общего содержания гликогена. Это состояние может быть рассмотрено как стадия истощения по Сайерсу.

Вес тимуса как в абсолютном, так и в относительном выражении у самцов ниже, а концентрация и суммарное количество нуклеиновых кислот в скелетных мышцах выше, чем у самок. Скелетно-мышечные нагрузки способствуют увеличению тимуса в абсолютном выражении. В относительном выражении исключение составляют плавающие крысы. Содержание нуклеиновых кислот в мышцах увеличивается. Обычная гиподинамия вызывает гипертрофию тимуса в абсолютном и относительном выражении и снижение содержания нуклеиновых кислот

в мышцах. "Тепловая" гиподинамия обуславливает снижение абсолютного веса тимуса при относительном весе близком к контрольным. Содержание нуклеиновых кислот в мышцах у этих крыс значительно ниже, чем у контрольных.

"Тепловая" гиподинамия более отрицательно влияет на организм, нежели обычная, при которой скелетные мышцы подвергаются стимулирующему действию терморегуляционной нагрузки.

Полученные данные позволяют прийти к заключению, что изменение весовых характеристик эндокринных желез /щитовидной, надпочечника и тимуса/ в процессе роста организма находится в прямой зависимости от особенностей развития скелетной мускулатуры.

АДАПТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В АНТЕНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ И ИХ ЭНДОКРИННАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

М.Г. Немец, З.Ф. Суровцева, И.С. Тарасова

Лаборатория возрастной физиологии и патологии
Института нормальной и патологической физиологии
АН СССР.

Опыты были поставлены на крольчихах с 20 дня беременности. Ежедневный подъем в барокамере на 4 км в течение 2-3 часов обуславливал у плодов увеличение относительного веса скелетных мышц и снижение содержания аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина в крови надпочечников. Ежедневная экспозиция крольчих в третью треть беременности на 2-3 часа в камеру с содержанием кислорода 80-90% снижала двигательную активность плода. Вес новорожденных крольчат оказался сниженным. Вес надпочечников уменьшался по сравнению с контрольными на 20-30%. Содержание аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина в них оказалось увеличенным, относительный вес скелетных мышц и содержание гликогена в них, сниженным.

Обобщенные двигательные реакции возникают в результате периодического создаваемого в фетальной крови дефицита питательных веществ и кислорода. Дефицит этот создается благодаря тому, что материнский организм и плод создают ограниченную величину площади плацентарной поверхности. Именно это и является причиной периодического возникновения дефицита питательных веществ и кислорода в фетальной крови. Таким образом, антенатальное развитие организма находится в условиях естественного физиологического стресса.

У крольчих в разные дни третьей трети беременности определялись гистохимическими методами в коре надпочечника содержание аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина. В скелетных мышцах плодов и в печени определялось содержание гликогена. Установлено, что в условиях нормально протекающей беременности кора надпочечника является активированной. На 29-30 дне беременности у плодов содержание гликогена в скелетных мышцах равно 1800 мг %, а в печени 4000 мг%.

Как уже сообщалось в ряде работ нашей лаборатории, организм в антенатальном периоде характеризуется признаками физиологической гипоксемии. Так гемоглобин артериальной крови, направляющейся в область головы, насыщен кислородом на 50-60% /Дж. Баркрофт, 1946; И.А. Аршавский и Н.Е. Овещиковская, 1943/, а напряжение кислорода в артериальной крови равно 40 мм ртутн /Д. Баррон, 1954/.

Как меняется характер адаптивных двигательных реакций и их эндокринная регуляция в случае, если дефицит в поступлении кислорода в фетальную кровь будет несколько интенсифицирован? С этой целью крольчихи подвергались действию систематических гипоксических экспозиций умеренной степени /подъем в барокамере на 4 км, ежедневно, в течение 2-3 часов/. В этих случаях плоды отвечают вышеописанной адаптивной реакцией в еще более выраженной степени. Вес нормально развивающихся плодов к концу беременности равен 40-50 г /порода шиншилла/. Вес двух надпочечников равен 4-5 мг. У приведенных подопытных крольчих вес плодов к концу беременности, в связи с осуществлением адаптивных реакций делается равным 60-80 г. Вес надпочечников соответственно увеличивается на 20-30% и в отдельных случаях на 40%.

Относительный вес скелетных мышц плодов кроликов к концу нормально протекающей беременности равен 20%. У подопытных крольчат, мать которых в третью треть беременности подвергалась действию гипоксических экспозиций, относительный вес мышц к моменту рождения увеличивается на 2-4%, т.е. он делается равным 22-24%. Процентное содержание гликогена в скелетных мышцах этих плодов по сравнению с контрольными остается неизменным, либо очень незначительно увеличивается. Содержание гликогена в печени делается 4600 мг%. Содержание аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина в коре надпочечников снижается по сравнению с таковым у контрольных плодов, т.е. кора надпочечников у подопытных плодов является еще более активированной, нежели у плодов в условиях нормально протекающей беременности.

Если беременных крольчих в третью треть беременности ежедневно помещать в барокамеру /на 2-3 часа/ с высоким содержанием кислорода /80-90%/, то адаптивная двигательная функция плодов при этом резко редуцируется. Вес новорожденных плодов, по сравнению с контрольными, ниже на 10-15 грамм. Вес обоих надпочечников по сравнению с контрольными

уменьшается на 20–30%. Содержание аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина в коре надпочечников, по сравнению с контрольными увеличивается. Относительная величина общей мышечной массы у этих плодов равна 16–18%. Содержание гликогена в скелетных мышцах снижено и равно 1730 мг%. Оно еще более значительно снижено в печени и равно 1865 мг%.

Следующая серия опытов была поставлена на беременных крольчихах, которые в третью треть беременности подвергались действию стрессового раздражения по разработанной в лаборатории методике, в результате чего имеет место торможение гестационной доминанты /И.А. Аршавский, М.Г. Немец, З.Ф. Суровцева, 1960; И.А. Аршавский, 1967/. В этих случаях имеет место подавление адаптивных двигательных реакций и рождение физиологически незрелых плодов с весом ниже контрольных на 10–20 г. Относительная величина общей массы скелетных мышц равна у них от 14 до 18% в зависимости от степени задержки развития и тем самым от степени незрелости плода к концу беременности. Содержание гликогена в скелетных мышцах по сравнению с контрольными снижено и равно 1650 мг%. Еще более резко снижено содержание гликогена в печени. Оно делается равным в среднем 1115 мг%. У этих подопытных плодов снижается вес надпочечников. Он становится ниже, по сравнению с контрольными на 15–30 %. Содержание аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина в коре надпочечников у этих плодов является еще более высоким, чем у плодов от крольчих, подвергающихся действию гипероксических экспозиций.

Как понять, что у плодов, не отвечающих адаптивной реакцией, содержание аскорбиновой кислоты, холестерина и липидов выше, чем у контрольных?

В случае действия интенсивных форм стрессового раздражения, возникающее торможение гестационной доминанты сочетается с ацидотическим сдвигом. Формально протекающая беременность, как уже указывалось в ранее опубликованных работах лаборатории, характеризуется алкалитическими чертами. Образовавшиеся у матери кислые продукты поступают в фетальную кровь и альтерируют, наряду с прочими нервными центрами, гипоталамус, характеризующийся еще не очень высокой резистентностью. В результате для системы гипоталамус – гипофиз-надпочечник исключается возможность реализовать адаптив-

ную реакцию. Поскольку надпочечник выключается из системы реакции, это и обуславливает накопление в нем перечисленных компонентов: аскорбиновой кислоты, холестерина и липидов. Из приведенного естественно сделать заключение, что истинным контролем следует считать надпочечники плодов, не реагирующих по указанной причине адаптивной реакцией. Нормально развивающиеся плоды, как указывалось выше, находятся как бы в состоянии физиологического стресса.

В ряде работ лаборатории уже обращалось внимание на то, что гомеостазис плода характеризуется адренэргическими чертами. Отсюда, естественно, понятно, почему у нормально развивающихся плодов содержание аскорбиновой кислоты, липидов и холестерина ниже нежели у плодов, утрачивающих способность отвечать адаптивной реакцией.

В предыдущих работах лаборатории сообщалось, что в условиях нормально протекающей беременности такие гормоны как адреналин, гормон щитовидной железы, а из гуморальных веществ - ацетилхолин, через плацентарный барьер не проходят. Можно полагать, что это же относится и к кортикостероидам матери.

В условиях торможения гестационной доминанты, в связи с ацидотическим сдвигом гомеостаза у матери и нарушением проницаемости плацентарного барьера, кортикостероидные гормоны материнского организма возможно и могут переходить в фетальную кровь. Однако, как это следует из приведенного, даже если бы это и имело место, подавленные адаптивные реакции у плода, не стимулируются кортикостероидами материнского организма /плоды рождаются физиологически незрелыми/.

Данные приведенных исследований позволяют придти к заключению, что в случае, когда материнский организм подвергается стрессовому воздействию, адаптация плода осуществляется за счет реакций собственных систем, в частности, системы ГГНС.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ РАЗВИ-
ТИИ КРЫС В УСЛОВИЯХ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИОННОЙ СТИМУЛЯЦИИ
СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ И ДРУГИХ ФОРМ МЫШЕЧНЫХ НАГРУЗОК

Т.А. Бальмагия

Лаборатория возрастной физиологии и патологии Ин-
ститута нормальной и патологической физиологии
АМН СССР

Ежедневные холодовые экспозиции с 5 дня жизни обуславливали акцелерацию роста, за счет роста активных частей организма /скелетные мышцы, сердце, легкие/.

Относительный вес надпочечников увеличивался. Отмечалась гипертрофия тимуса. Умеренная ежедневная физическая нагрузка с 21-го дня жизни также обуславливала ускорение роста, увеличение относительного веса надпочечников, снижение относительного веса тимуса и щитовидной железы. Отмечалось также более раннее половое созревание. Максимально интенсивные физические нагрузки вызывали резкое повышение относительного веса надпочечников и значительный тимолитический эффект. Рост и половое созревание задерживались.

Согласно "энергетическому правилу скелетных мышц" энергетика организма и коррелятивно связанная с ней деятельность вегетативных систем органов находится в прямой зависимости от уровня двигательной активности. Для растущего организма существенной является такая нагрузка на скелетную мускулатуру, которая индуцирует в микро- и макроинтервалах времени избыточный анаболизм /И.А. Арпавский, 1967, 1972/ через специфические для каждого возраста нейро-эндокринные механизмы регуляции.

В настоящей работе была поставлена задача оценить, как коррелирует действие различных форм скелетно-мышечных нагрузок различной длительности и интенсивности, начатых с раннего постнатального возраста, с изменением весовых характеристик различных эндокринных желез.

М е т о д и к а

Исследования проведены на 186 белых крысах. Под наблюдением было 6 групп животных. I группа развивалась с 5 по 30 день жизни в условиях действия кратковременных холодовых экспозиций возрастающей интенсивности через день. В раннем возрасте снижение температуры среды ниже термоиндифферентной зоны является единственной формой стимуляции скелетно-мышечной активности. Крысы 2-ой группы до 30 дня жизни подвергались таким же холодовым экспозициям как и I-ая, а с 31 дня плавали через день по 30 мин. в воде при температуре 26°C. У остальных подопытных групп скелетно-мышечные нагрузки проводили с более старшего возраста. Крысы 3-й группы плавали по 30 мин. через день с 31 дня жизни; крысы 4-й группы с 21 дня жизни плавали ежедневно; 5-я группа подвергалась с 21 дня усиленной максимальной возможной ежедневной нагрузке плаванием. 6-ая группа - контрольные животные.

Контрольных животных брали из тех же пометов, что подопытных, количество крысят в помете всегда было равно 8. В процессе развития крыс взвешивали и вычисляли константу роста по И.И.Шмальгаузену /1935/, поверхность тела определяли по формуле Мея:

$S = 9,1 \sqrt{W^2}$, где S - поверхность тела; W - вес тела. ЭКГ /во II-ом отведении/ и дыхание с помощью угольного датчика регистрировали на электрокардиографе "Элкар". Величину потребления O_2 исследовали по методу Н.И.Калабухова /1951/ в модификации Grad /1952/. Измерение температуры тела производили электротермометром. Сроки наступления полового созревания определяли у самок по времени раскрытия половой щели и появлению первого эструса методом влагалищных мазков /Я.М.Кабак, 1968/. У забитых на 31-й и 91 день жизни животных брали сердце, легкие, надпочечники, щитовидную железу, тимус, у самцов - яичики, у самок - матку, 4-х главную мышцу бедра для определения их относительного веса. Все данные обработаны статистически, достоверность различий проверяли по Стьюденту.

Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я

Под влиянием холодовых экспозиций у 1-й и II-ой групп уже к 14 дню обнаруживается увеличение интенсивности роста. Вес подопытных крысят равен в 14 дней $25,6 \pm 0,6$; в 30 дней $65,5 \pm 0,4$ г /у контрольных $19,2 \pm 0,7$ и $51,2 \pm 0,6$ г/; $P < 0,001$ /. Акцелерация роста происходит за счет роста активных частей организма /мышечная масса, сердце, легкие/. Константа роста с 1 по 30-й день увеличивается на 30%. Умеренные холодовые экспозиции вызывают к 30-му дню повышение относительного веса надпочечников /0,066%; в контроле - 0,035; $P < 0,001$ /, что сочетается в этом возрасте не с тимолитическим эффектом /как у взрослых крыс/, а со значительной гипертрофией тимуса, относительный вес которого равен 0,85%; у контрольных 0,37% / $P < 0,001$ /. Такое своеобразие реакции организма раннего возраста на

стрессовые раздражения можно объяснить тем, что тимус оказывает регулирующее влияние на течение анаболических процессов, вплоть до синтеза нуклеиновых кислот, "на вынос" /Торо и др. 1960; Олейник и соавт., 1967/.

Наши данные, полученные совместно с В.Д. Розановой, Л.А. Коптевой, показали, что концентрация ДНК в тимусе у 30-ти дневных контрольных крыс в 7-10 раз выше $/17727 \pm 222/$, чем в сердце $/2310 \pm 33/$, печени $/2957 \pm 83/$ и мышцах $/1597 \pm 55/$. Концентрация РНК в тимусе также превышает таковую в сердце и мышцах.

Умеренная нагрузка на скелетную мускулатуру, начатая с 21 и 30 дня жизни /3 и 4-ая группа/ и продолженная у 2-ой группы, также ведет к значительному ускорению роста. К 60-ому дню жизни вес тела у указанных групп был равен $143,1 \pm 2,0$; $135,0 \pm 1,8$ и $158,4 \pm 2,1$. У контрольных вес был равен $120,0 \pm 1,4$; $P < 0,001$ для всех групп. К 90 дню крысы 3, 4 и 2-ой групп весили $178,5 \pm 2,1$ $183,5 \pm 3,9$ и $240,8 \pm 3,6$ /контроль $160,5 \pm 2,1$; $P < 0,001/$.

Указанный характер роста у крыс подопытных групп обеспечил такие изменения соотношения массы и поверхности, которые определяют более экономную деятельность организма. Величина относительной массы тела на 1 м^2 поверхности у крыс 2-ой группы с 14 дней и у крыс 4-й и 3-й группы с 30 и 45 дней и до конца эксперимента достоверно $/P < 0,005/$ выше, чем у контрольных крыс. Это превышение, вызванное увеличением мышечной массы под влиянием стимуляции двигательной активности, определило у них снижение, по сравнению с контрольными животными, энерготрат в состоянии покоя. Потребление O_2 у крыс 1У группы в 30 дней было равно $47,7 \pm 0,60$ мл/мин/ кг, а у контрольных $61,5 \pm 0,83$ мл/мин/кг; в 90 дней, соответственно, $29,2 \pm 0,72$ и $35,5 \pm 0,55$ мл/мин/кг, $P < 0,001/$.

Чрезмерная нагрузка на скелетную мускулатуру, в условиях которой развивались крысы 5-ой группы, обусловила до 60 дня значительное отставание в весе тела. В дальнейшем, после полового созревания, животные компенсируют это отставание за счет значительного увеличения мышечной массы и к 90 дням опережают по весу контрольных. В этом возрасте у них был самый высокий относительный вес 4-х головной мышцы бедра - $0,93 \pm 0,005\%$. У контрольных $0,66 \pm 0,004$. В

соответствии с экономизацией энерготрат под влиянием развития в условиях нагрузок на скелетную мускулатуру у подопытных крыс происходит преобразование деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем, что выражается в большем, чем у контрольных снижении частоты дыханий и сердечных сокращений в состоянии покоя. Наибольшее снижение обнаружено у крыс 1У группы, появляющееся уже к 21 дню жизни. К 90-ому дню у подопытных крыс частота дыханий на 10-15 дыханий в минуту, а частота сердечных сокращений на 30-50 ударов в мин. ниже, чем у контрольных.

Дозированная мышечная активность является тем физиологическим стрессовым раздражителем, который индуцирует у животных после возникновения позы стояния вторую форму анаболизма. Последняя обеспечивается более экономными энерготратами организма в целом и деятельностью дыхательной системы и сердца в состоянии покоя /И.А. Аршавский, 1967, 1972; В.Д. Розанова, 1970/.

По данным наших исследований у крыс 3-й и 4-й группы на 91 день жизни увеличен относительный вес надпочечников $0,020 \pm 0,0005\%$ и $0,021 \pm 0,0004\%$ по сравнению с таковым у контрольных крыс $0,016 \pm 0,003\%$; $P < 0,005/$ и снижен относительный вес тимуса $0,32 \pm 0,005\%$ и $0,31 \pm 0,0006\%$; у контрольных $0,36 \pm 0,004\%$; $P < 0,001/$ и щитовидной железы $0,013 \pm 0,0002\%$ и $0,012 \pm 0,0002\%$, у контрольных $0,016 \pm 0,0001\%$;

$P < 0,001/$. Так как щитовидная железа, повышая окислительные процессы, обеспечивает у млекопитающих 40%-50% основного обмена /Проссер и Браун, 1967/, то учитывая наши данные о снижении потребления O_2 в состоянии покоя у подопытных крыс, а также данные У.С. Шайкемелевой /1972/ о снижении высоты тиреоидного эпителия у "мышечных" крыс, можно предположить, что снижение относительного веса ее сочетается со снижением тиреоидной функции.

Развитие в условиях действия умеренных скелетно-мышечных нагрузок, особенно начатых с пятого дня жизни, ведут к более раннему половому созреванию, что выражается у самок в более ранних, чем у контрольных, сроках раскрытия половой щели и появления первого эструса.

У крыс 3, 4 и 2-ой группы возраст раскрытия половой щели был равен соответственно $54,3 \pm 0,9$; $53,2 \pm 0,6$; $51,1 \pm 0,8$ дней; у контрольных крыс - $61,1 \pm 0,8$ дней. Первый эструс

зарегистрирован у подопытных групп в $58,4 \pm 1,4$; $57,6 \pm 1,0$ и $55,2 \pm 1,2$ дней; у контрольных в $65,9 \pm 1,1$ дней. Различия между контрольной и подопытными группами достоверны $/P < 0,001/$.

Эти данные в сопоставлении с умеренным повышением относительного веса надпочечников, сопровождающихся увеличением их коркового слоя /Vloog et.al., 1968; М.И. Тригулов, 1970/ и тимолитическим аффектом, позволили оценить умеренную мышечную нагрузку как физиологический стресс, при котором более раннее, чем у контрольных, начало атрофии тимуса ведет к более ранней стимуляции полового развития и ускорению роста организма /В.Д. Розанова, 1970/.

В это же время максимально интенсивные нагрузки у крыс 5-й группы представляют стресс, выходящий за физиологические границы. Это выражается в более резком повышении относительного веса надпочечников и в большем тимолитическом аффекте. Развитие в условиях нагрузок максимальной интенсивности ведет не только к задержке роста, но и полового созревания. Раскрытие половой щели и первый эструс наблюдался у самок 5-й группы в возрасте $66,3 \pm 1,0$ и $70,6 \pm 1,6$ дней; у контрольных, соответственно в возрасте $6,11 \pm 0,8$ и $65,9 \pm 1,1$ дней $/P < 0,001/$.

Наши данные о задержке роста и полового созревания у крыс III группы позволяют заключить, что чрезмерные мышечные нагрузки не являются формой функциональной индукции избыточного анаболизма.

ТЕМПЕРАМЕНТ, ГОРМОНЫ И СПОРТ

М.Р. Могендович

Кафедра нормальной физиологии /зав. М.Р. Могендович/
Цермского медицинского института

Современная физиология учит, что в целостном организме гормоны через посредство нервной системы тесно связаны с темпераментом. В свою очередь, темперамент существенным образом влияет на спортивную деятельность, определяя ее динамическую сторону. Так как темперамент выявляет общую характеристику организма, то он отражает и степень кинезофилии, присущей данному человеку. Следует иметь в виду, что хотя сам по себе темперамент еще не предопределяет спортивных достижений; но в комплексе с другими психофизиологическими свойствами имеет немаловажное значение. "Гормональная доминанта" /Ухтомский/ входит в функциональную систему темперамента.

Гормональное воздействие может иметь либо генерализованный характер на всю нервную систему в целом, или же оказывать локальное воздействие на ту или иную структуру центральной и периферической нервной системы. Благодаря избирательному влиянию на специфические корковые и подкорковые образования, гормоны являются специфическими раздражителями, подкрепляющими двигательную доминанту и сопряженные с ними различные вегетативные реакции /моторно-висцеральные рефлексы/. Эффект локального воздействия гормонов различен в зависимости от исходного состояния нервной системы, от общего тонуса ее и настроения вегетативной иннервации.

Взаимоотношения эндокринной и нервной систем имеют характер системного взаимодействия, но примат принадлежит нервной регуляции. Такова, в частности, экспериментально установленная связь между биоэлектрической активностью гипоталамуса и секрецией АКТГ, адреналина и норадреналина. Описаны влияния ретикулярной формации ствола мозга на половые и другие железы внутренней секреции. В гормональный меха-

ниям темперамента включаются также щитовидная железа и гипофиз.

Существенно, что темперамент определяет и реактивность организма человека. Индивидуальная реакция на раздражитель может протекать по двум типам: по типу "стресс льва" и по типу "стресс кролика". В первом случае реакция сопровождается выделением норадреналина /Франкенхейзер/. Таким образом, темперамент — это сложно-интегрированная система эндокринных желез и нервной системы, реализующаяся в двигательной деятельности и поведенческих актах.

Очень важна проблема темперамента в связи с ситуацией стресса. В последнее время проявилась тенденция: всякий физиологический раздражитель называть стрессором, нельзя принимать правильным. Реакцию можно считать стрессором лишь в том случае, если нервнопсихическое напряжение переходит известные границы, свойственные данному темпераменту. В этом смысле можно говорить о стрессорных порогах, значительно более высоких, чем обычные физиологические пороги. Однако граница между ними подвижна: в процессе жизни возникают антистрессорные физиологические свойства. В формировании их большую роль играет мышечная деятельность. В определенных условиях эта деятельность противодействует стрессу, а не вызывает его.

Адаптивная роль эндокринного аппарата, участвующего в эмоциях и моторно-висцеральной регуляции при мышечной деятельности, осуществляется двухсторонней иннервацией эндокринных органов:

а/ центральная нервная система воздействует на гормонообразование и сама через афферентные нервы эндокринных органов получает информацию в порядке кольцевого рефлекса;

б/ по механизму межсистемной регуляции реализуются влияния на эндокринные железы с различных афферентных систем, в том числе проприоцептивной;

в/ гормоны и продукты мышечного метаболизма также включаются в рефлекторную регуляцию, изменяя возбудимость проприоцепторов;

г/ одновременно происходит процесс нейросекреции, то есть выделение мозговыми клетками веществ гормонального характера и выделение медиаторов на периферии, способных непосредственно или опосредованно влиять на вегетативные

функции. Вследствие такой двойной /нервной и гуморальной/ передачи возбуждения в центробежном звене рефлекса, денервация того или иного внутреннего органа или патологический процесс в нем, не выводит его как аффектора из под влияния центральной нервной системы. Таким обеспечивается надежность моторно-висцеральной регуляции и обширность эмоциональных реакций, охватывающих весь организм. При этом афферентные импульсы могут переключаться через ретикулярную формацию, гипоталамус и вегетативные нервы, оказывая рефлекторное влияние на эндокринные органы.

Итак, в адаптации организма к мышечной деятельности и особенностях темперамента участвуют как нервные, так и гормональные компоненты. Но в целом они имеют рефлекторный генез. В частности, сформированные на основе проприоцепции моторно-висцеральные рефлексы участвуют в развитии неспецифической резистентности к ряду экстремальных и стрессорных факторов. На этом основано лечебное действие физической культуры. Таким образом, организм не только затрачивает "унаследованную адаптационную энергию" /как думает Селье/, но и создает ее в противовес стрессорному источению. В этом антистрессорном процессе участвует не только охранительное торможение, но и охранительное, то есть защитное возбуждение. /Могендович, 1957; Могендович и Темкин, 1972/.

О г л а в л е н и е

<u>В.Я.Русия.</u> Влияние некоторых витаминов и адаптивных гормонов на мышечную работоспособность и неспецифическую сопротивляемость.....	3
<u>И.В.Дарымов.</u> О возможных механизмах повышения устойчивости организма к внешним возмущениям под влиянием адаптогенов и допингов.....	22
<u>А.А.Виру.</u> Участие гипофизарно-адренокортикальной системы в механизме становления тренированности.....	27
<u>Н.К.Попова, Е.В.Науменко.</u> Произвольная мышечная деятельность животных и гипофизарно-надпочечниковая система.....	38
<u>Г.Л.Шрейберг, Ф.А.Иорданская, Т.А.Белова.</u> Функциональная активность коры надпочечников в дневное и ночное время у спортсменов при физических нагрузках в разных условиях внешней среды.....	43
<u>Л.А.Битыкая.</u> К вопросу об изменениях в микроструктуре надпочечной железы собаки при кинематических нагрузках разной интенсивности.....	53
<u>Н.Н.Баранов.</u> Материалы к изучению эндокринного синдрома, вызванного мышечной деятельностью.....	55
<u>Н.Н.Баранов, П.А.Мотавкин.</u> К вопросу о гипертрофии надпочечников при мышечной деятельности.....	58
<u>Э.М.Казия, В.А.Дячков, С.Б.Лурье, М.П.Мошкин.</u> К вопросу о циркуляторных изменениях и гемодинамической реакции на физическую нагрузку.....	63
<u>А.В.Гайлюнене, Е.Ю.Паулаускене.</u> Экскреция 17-оксикортикостероидов и их метаболитов у юных гимнасток в период соревнования.....	69
<u>Д.Я.Шурыгин, В.И.Баландин.</u> Влияние специфической мышечной дея-	

тельности на концентрацию в крови II-оксикортикостероидов и свободных аминокислот.....	73
<u>В.И.Баландин. Л.А.Королев. Д.Я.Шурыгин.</u> Взаимодействие глюкокортикоидных гормонов, электролитов, свободных аминокислот и функции сердечно-сосудистой системы при спортивных нагрузках.....	79
<u>А.В.Муравьев.</u> Тип эозинофильной реакции и некоторые показатели кровообращения и дыхания у собак при статических и динамических нагрузках.....	84
<u>А.И.Красайтис, А.Ю.Красайтене, В.И.Зумерис.</u> Влияние тренировок на развитие скоростной выносливости на некоторые показатели энергетического, электролитного и кортикостероидного обмена у футболистов-мастеров команды "Жалгирис".....	89
<u>У.К.Канарик, Т.А.Мянд.</u> Влияние насыщенности организма витамином С на функциональное состояние коры надпочечников при мышечной работе.....	93
<u>В.С.Фарфель, Г.И.Куренков, Н.М.Турубинер.</u> Функциональное состояние коры надпочечников при физической работе в условиях гипербарии воздушной и водной среды.....	99
<u>Т.К.Сави. А.А.Виру.</u> Функциональная активность коры надпочечников при соревновательной нагрузке у десятиборцев.....	107
<u>К.М.Смирнов. А.А.Виру, Т.Е.Сазонова, Л.Г.Русакова, Т.А.Смирнова. К.Э.Томсон.</u> Частота пульса, высота артериального давления и выделение I7-оксикортикоидов с мочой при локальной однообразной производственной работе.....	116
<u>Э.А.Виру.</u> Экскреция I7-оксикортикоидов у доярок.....	123
<u>Л.О.Парис, Е.Ю.Ранна. А.А.Виру.</u> Об экскреции I7-оксикортикоидов во время и после урока физического воспитания у студентов медицинских спецгрупп.....	125
<u>М.И.Калинский. В.Я.Кононенко.</u> Обмен катехоламинов и состояние	

тренированности.....	I29
<u>Д.Т.Актонова, А.С.Зултер, М.И.Лялин, М.С.Осипова.</u> Катехоламины и приспособительная реакция сердечно-сосудистой системы к мышечной работе различной интенсивности здоровых подростков и при заболеваниях сердечно-сосудистой системы.....	I39
<u>А.Ю.Паю, Э.Б.Нурмисте.</u> О связывании адреналина с субклеточными фракциями сердца и надпочечников при мышечной нагрузке.....	I45
<u>И.Л.Вайсфельд, В.Н.Васильев, Д.И.Илотович, Э.Ш.Матлина, К.М.Халимава.</u> Динамика экскреции катехоламинов, гистамина и 5-оксииндолуксусной кислоты у спортсменов при физической нагрузке.....	I51
<u>В.А.Пегель, С.М.Ксенц, С.А.Хорева, Г.П.Молостова.</u> О связи динамики соотношения функций с содержанием сахара, пировиноградной и молочной кислоты, катехоламинов и активностью адреналиноксидазы, лактатдегидрогеназы и холинэстеразы в артериальной крови при беге на тротуаре.....	I56
<u>Н.А.Земцова, М.П.Пакош, А.М.Мелехова, Н.А.Калиниченко, М.Б.Звеков, В.И.Полухин, Г.В.Марков, Л.П.Тишковец, Т.А.Холяво.</u> Показатели эмоционального состояния стрелков из лука и фехтовальщиков в период тренировок, соревнований и отдыха.....	I63
<u>Б.Каражанов, В.Г. Каспарова, Д.В.Колесов.</u> Экскреция катехоламинов у детей и подростков при физической нагрузке и эмоционально значимой ситуации.....	I68
<u>Д.И.Илотович, Б.Каражанов, Д.В.Колесов.</u> Экскреция гистамина у детей и подростков при физической нагрузке в эмоционально значимой ситуации.....	I70
<u>Я.Я.Карусоо, А.Я.Соосаар.</u> О влиянии умственной нагрузки на чувствительность организма к гистамину и на функцию вегетативной нервной системы.....	I72

<u>А.И.Красийтис, И.П.Скернавичус.</u> Влияние интервальной тренировки на функцию надпочечников у лыжников-гонщиков сборной команды Литовской ССР в переходном периоде.....	175
<u>К.Э.Томсон, А.П.Калликорм, Я.П.Пярнат.</u> Изменения концентрации белковосвязанного йода и общего белка в плазме крови при физических нагрузках повышающейся мощности у баскетболистов и волейболистов.....	178
<u>Х.Экке, И.Сибуль.</u> Биохимическая адаптация дыхательной функции эритроцитов под влиянием тиреоидных гормонов.....	186
<u>Г.М.Покотиленко, Л.Ю.Поляченко.</u> Влияние тиреоидных гормонов на адениловую систему и некоторые показатели обмена липидов в сердечной мышце.....	191
<u>В.Я.Русин, В.В.Чистяков.</u> Влияние тренировки статическими нагрузками на взаимосвязь между различными показателями сопротивляемости белых крыс с гипотиреозом и тиреотоксикозом.	194
<u>И.А.Лебедев.</u> География щитовидной железы у спортсменов..	204
<u>В.В.Скрябин, Н.А.Пампура, М.А.Ефман.</u> Об изменениях функциональной активности щитовидной железы при мышечной деятельности.....	208
<u>Т.П.Сеене.</u> Изменения функции почек во время физических нагрузок разной интенсивности и продолжительности, зависимо от работоспособности спортсменов.....	212
<u>А.А.Плешаков, В.Г.Ионов, А.П.Менщиков, А.П.Кузнецов, Л.М.Осипова.</u> Некоторые эндокринные механизмы регуляции желудочной секреции у борцов в условиях сгонки веса.....	223
<u>С.С.Полтырев.</u> О эндокринном звене рефлекторной реакции на статические мышечные нагрузки.....	230
<u>Ю.А.Белоусов, Г.В.Трефилов.</u> Морфологические изменения некоторых внутренних органов белых крыс с аллоксановым диабетом.	233

<u>Ю.А.Короп.</u> Планирование тренировки женщин-пловцов.....	237
<u>К.П.Рябов, Н.Н.Франкевич.</u> Динамика цитоплазматической РНК в клетках сперматогенного эпителия растущих кроликов при повышенной физической нагрузке.....	244
<u>Л.В.Моиссева, А.А.Плешаков.</u> Некоторые эндокринные механизмы регуляции желудочной секреции у женщин-спортсменок в различные фазы менструального цикла.....	248
<u>Л.А.Сирык, Т.Г.Савкив.</u> Особенности развития эндокринных желез и изменения некоторых, биохимических показателей у крыс, развивающихся в условиях скелетно-мышечных нагрузок и гиподинамии.....	253
<u>М.Г.Немец, Э.Ф.Суровцева, И.С.Тарасова.</u> Адаптивные двигательные реакции в антенатальном периоде и их эндокринная регуляция.....	258
<u>Т.А.Бальмагия.</u> Особенности изменения эндокринных желез при развитии крыс в условиях терморегуляционной стимуляции скелетных мышц и других форм мышечных нагрузок.....	262
<u>М.Р.Могендович.</u> Темперамент, гормоны и спорт.....	267

ЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
ОРГАНИЗМА К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

У

На русском языке
Тартуский государственный университет
ЗССР, г. Тарту, ул. Пилкооли, 18.
Ответственный редактор А.Виру
Корректор Г.Ношпель

Сдано в печать 25/10. 1974 г. Бумага офсетная.
30х45. 1/4. Печ. листов 17,25. Учетно-изд. листов 17,39.
Тираж 500. Зак. № 1160. МВ 09609.
Типография ТГУ. ЗССР, г.Тарту, ул.Пилсонни, 14.
Цена 1 руб. 22 коп.